

Associazione Astronomica E. Majorana - Todi



[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)



Page 1 of 83

[Go Back](#)

[Full Screen](#)

[Close](#)

[Quit](#)

ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ

Scienza e Tecnologia nel mondo greco del periodo ellenistico

Castelnuovo del Garda, 18 maggio 2013

L'ex osservatorio di Todi e la sua strumentazione



Al nostro sito: astronomiainumbria.org

saranno disponibili le diapositive. Per gli interessati ad approfondire la tematica al termine è riportata una bibliografia essenziale.



[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)

◀

▶

◀

▶

Page 2 of 83

[Go Back](#)

[Full Screen](#)

[Close](#)

[Quit](#)

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[Page 3 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Il vocabolo di cui andremo a discutere è il plurale della parola

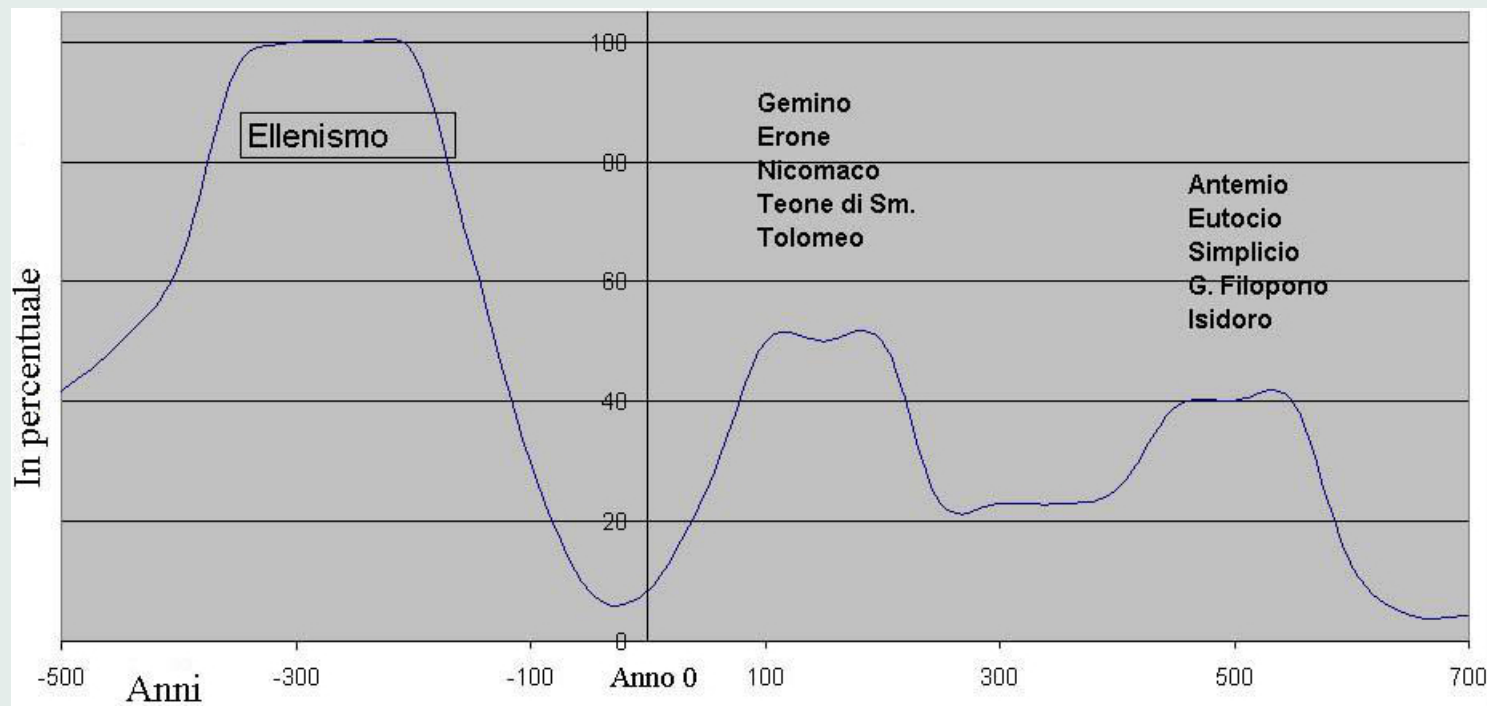
μαθηματική

dall'ovvio senso, ma che a sua volta deriva da quest'altro vocabolo

μάθησις

che indica la conoscenza, lo studio, l'apprendimento,...

All'epoca quindi con il termine s'intendeva lo studio e la professione di quelle che vengono oggi definite *scienze esatte*, ricomprendendo-
vi senza distinzione alcuna: geometria, matematica, astronomia, fisica,... Parleremo allora usando termini che nel tempo hanno mutato il loro significato.

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[Page 4 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Sviluppo storico dell'ellenismo. Sua influenza nei secoli seguenti



[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)

[<<](#)

[>>](#)

[<](#)

[>](#)

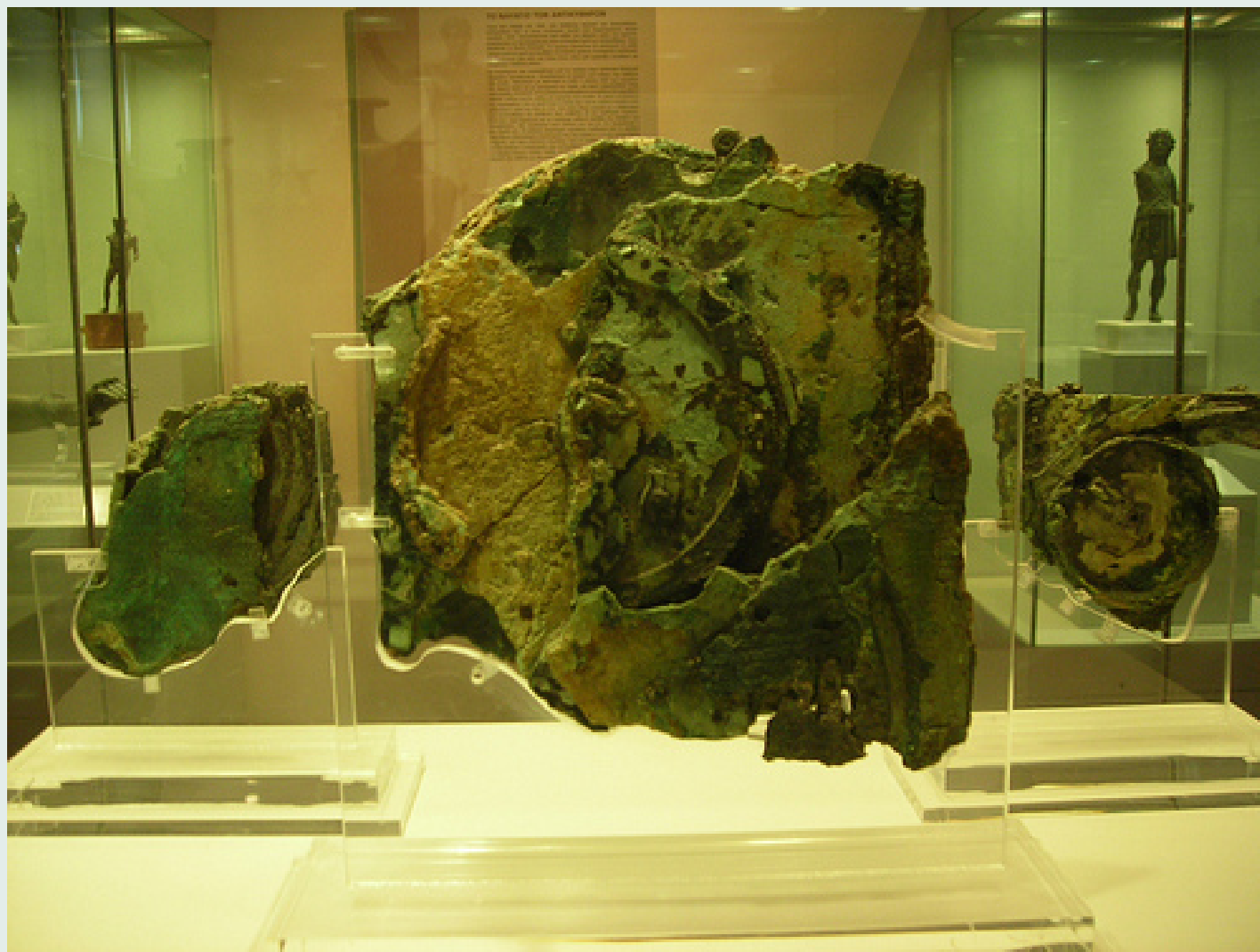
Page 5 of 83

[Go Back](#)

[Full Screen](#)

[Close](#)

[Quit](#)



I principali frammenti della macchina di Antikythera



[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)



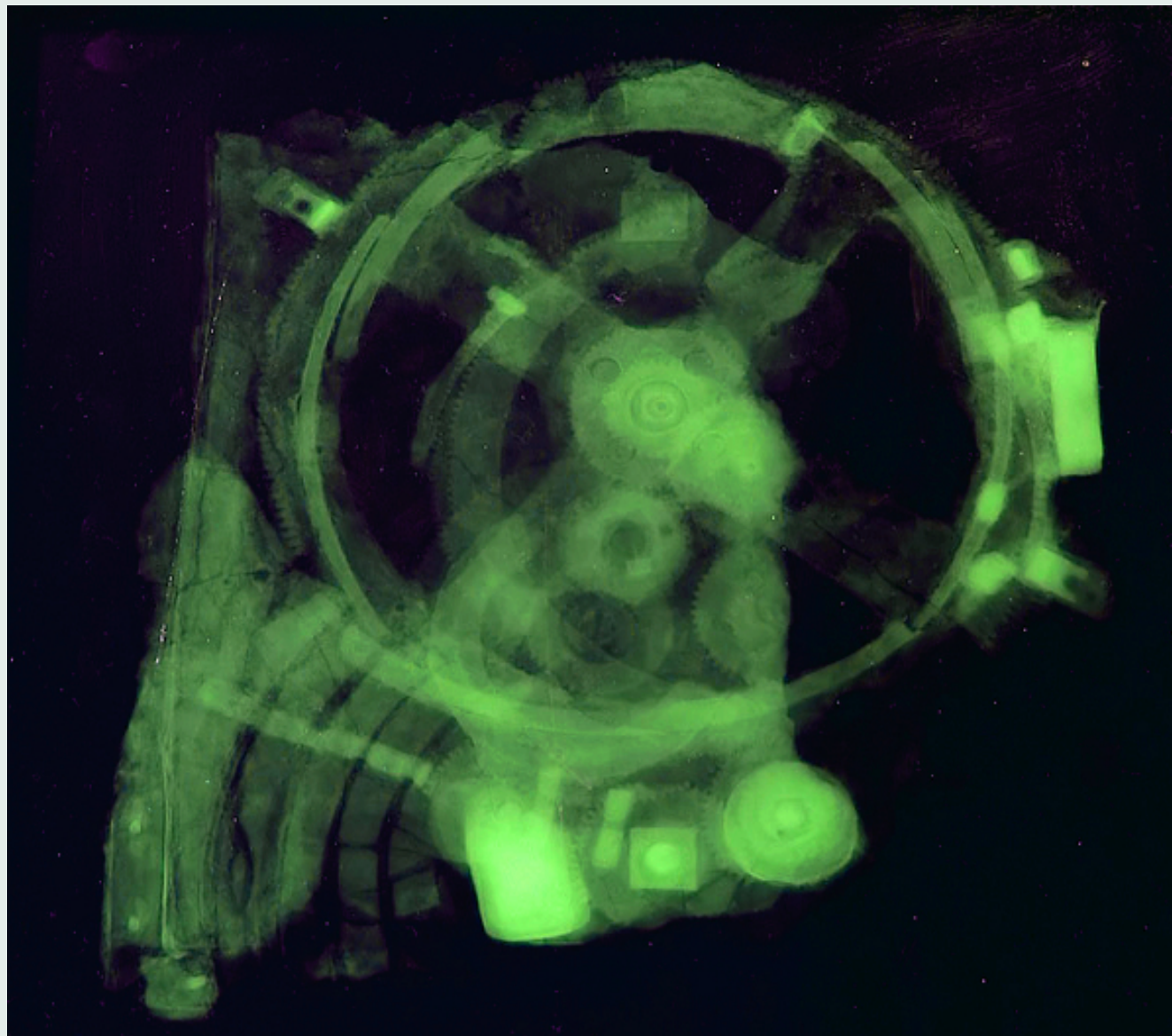
Page 6 of 83

[Go Back](#)

[Full Screen](#)

[Close](#)

[Quit](#)



Esame a raggi X dei frammenti e ricostruzione: *segue*



[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)



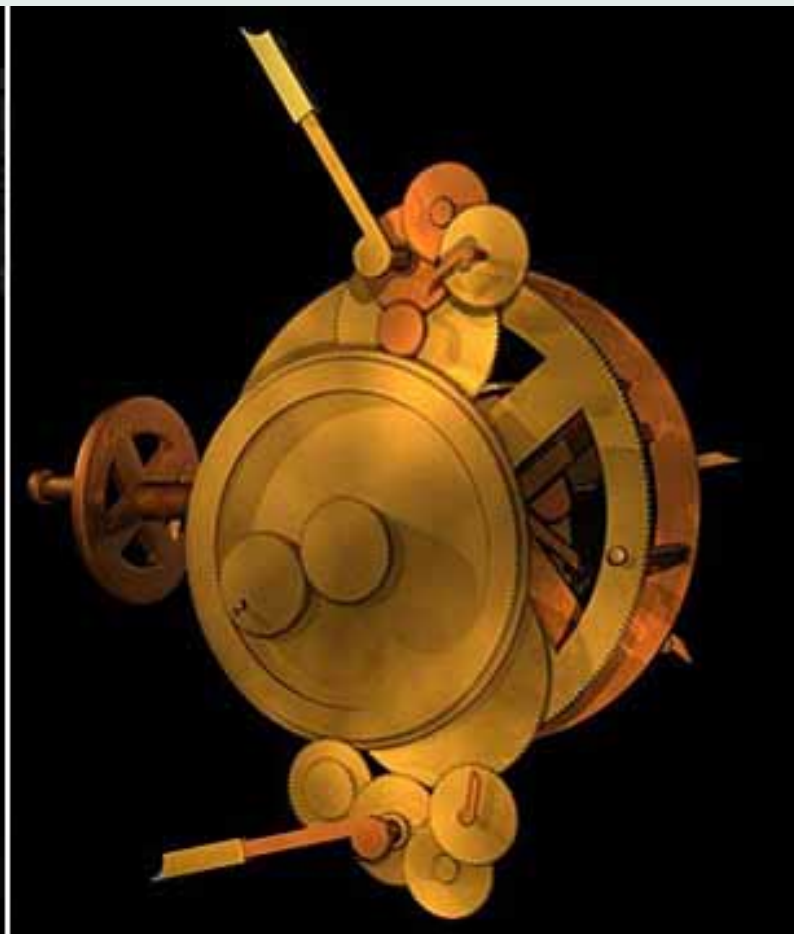
Page 7 of 83

[Go Back](#)

[Full Screen](#)

[Close](#)

[Quit](#)



Esame a raggi X dei frammenti e ricostruzione



[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)



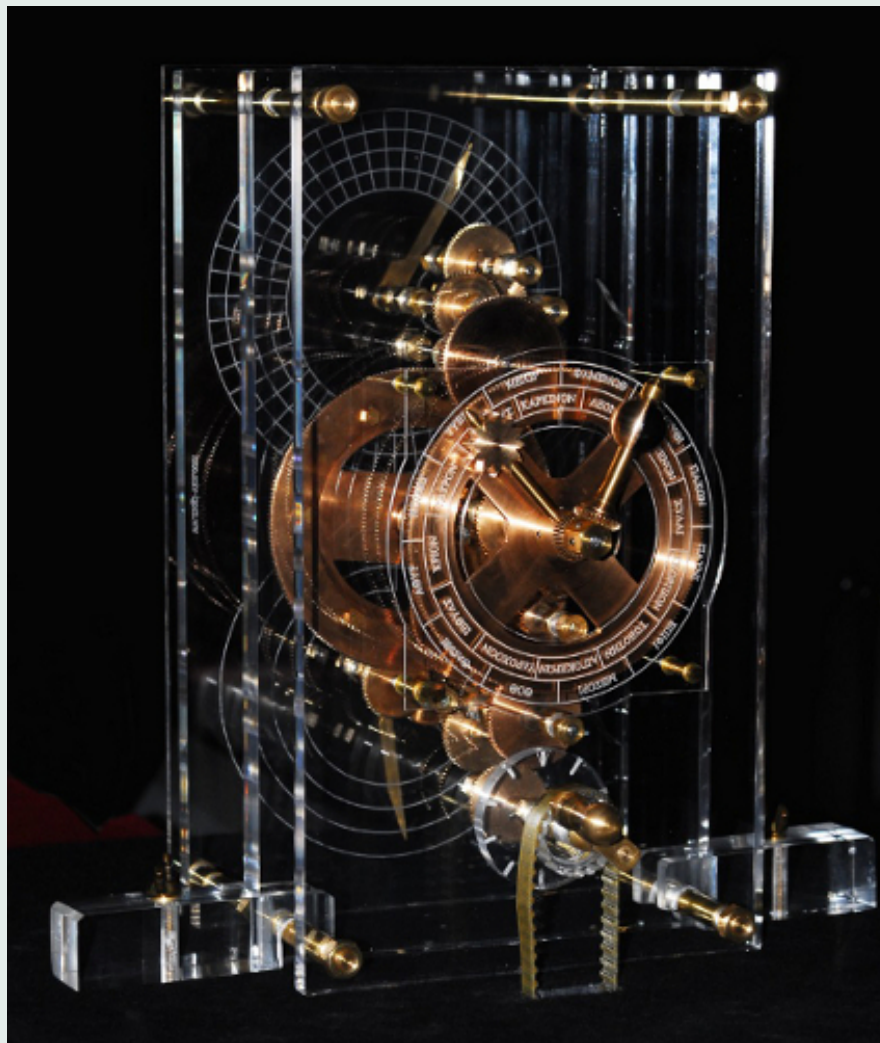
Page 8 of 83

[Go Back](#)

[Full Screen](#)

[Close](#)

[Quit](#)



Ricostruzione di Mogi Vicentini della macchina di Antikythgera

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)[Page 9 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Seneca, *Ad Lucilium*. XIV, XC

È risaputo che alcune cose sono comparse solo ai nostri tempi, come per esempio le lastre di vetro alle finestre che lasciano passare la luce del giorno.

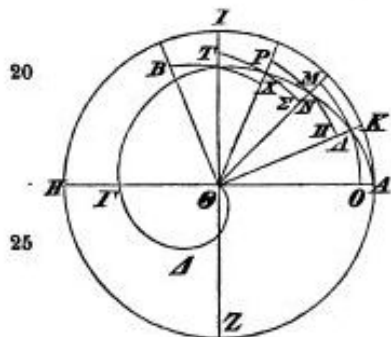
Tutte queste sono invenzioni di individui inferiori, la sapienza risiede su un trono più alto e non le mani, ma le anime sono oggetto dei suoi ammaestramenti.

ρας τῆς ἑλικος, τὰ δὲ ἄλλα τὰ αὐτὰ κατασκευασθέντι,
ὅτι ἡ μεταξὺ εὐθεία τῶν εἰρημένων σημείων πολλα-
πλασία τίς ἐστὶ τῆς τοῦ γραφέντος κύκλου περιφέρειας
κατὰ τὸν ἐνὶ ἐλάσσονα ἀριθμὸν τοῦ, καθ' ὃν αἱ περι-
φοραὶ λεγόνται, καὶ ἐτι ἴσα τῇ μεταξὺ τῶν εἰρημένων
σημείων ὁμοίως λαμβανομένα.

καί.

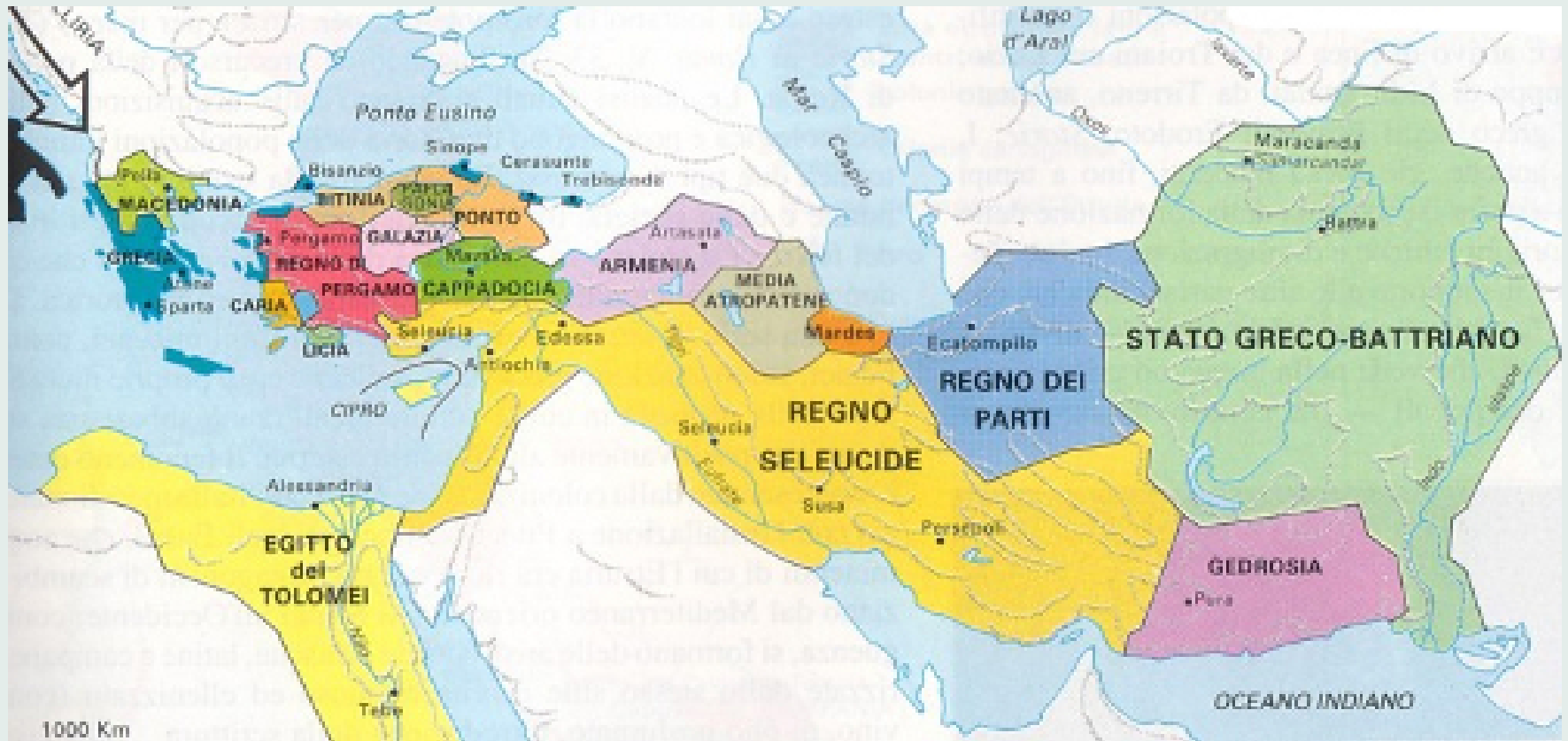
Λαμβάνοντα τὸ χωρίον τὸ περιεχόμενον ὑπὸ τε
τῆς ἑλικος τῆς ἐν τᾷ πρώτῃ περιφορᾷ γεγραμμένης
10 καὶ τῆς εὐθείας τῆς πρώτης ἐν τᾷ ἀρχῇ τῆς περι-
φορᾶς δυνατόν ἐστι περὶ αὐτὸ σχῆμα ἐπίπεδον περι-
γράψαι καὶ ἄλλο ἐγγράψαι ἐξ ὁμοίων τομέων συγκέ-
μενον, ὥστε τὸ περιγεγραμμένον τοῦ ἐγγεγραμμένου
μεῖζον εἶμεν ἐλάσσονι παντὸς τοῦ προτεθέντος χωρίου.

15 ἔστω ἑλιξ, ἐφ' ἧς ἡ $AB\Gamma\Delta$, ἐν τῇ πρώτῃ περι-
φορᾷ γεγραμμένα. ἔστω δὲ ἀρχὰ μὲν τῆς ἑλικος τὸ Θ
σάμειον, ἀρχὰ δὲ τῆς περιφορᾶς ἡ ΘA , ὃ δὲ πρῶτος



κύκλος ὁ $ZHIA$, αἱ δὲ AH , ZI διαμέτροι αὐτοῦ ποτ' ὀρθὰς ἀλλάλαις. αἰ δὴ τὰς ὀρθὰς γωνίας διχα τεμνομένας καὶ τοῦ τομέως τοῦ τὰν ὀρθὰν γωνίαν περιέχοντος ἐσσεύεται τὸ καταλειπόμενον τοῦ τομέως ἑλασσον τοῦ προτεθέντος. καὶ ἔστω γεγεννημένος ὁ τομεὺς ὁ

1. κάτεσκευασθαιωντι F. 4. ἐν] Torellius; om. F, ulgo.
6. λαμβανομένα] scripsi; λαμβανομενας F, ulgo. 7. κα' F.

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[Page 11 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Ex reggenze dei Diadochi trasformatesi in regni dopo il 323 a.C.



Home Page

Title Page

Contents



Page **12** of 83

Go Back

Full Screen

Close

Quit

Toccheremo sostanzialmente due temi:

- La misura della terra, cioè della circonferenza terrestre: l'eliocentrismo lo vedremo nel discorso;
- Le maree.



[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)

[<<](#)

[>>](#)

[<](#)

[>](#)

Page 13 of 83

[Go Back](#)

[Full Screen](#)

[Close](#)

[Quit](#)



L'obelisco-meridiana di Piazza San Pietro in Roma



[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)



Page 14 of 83

[Go Back](#)

[Full Screen](#)

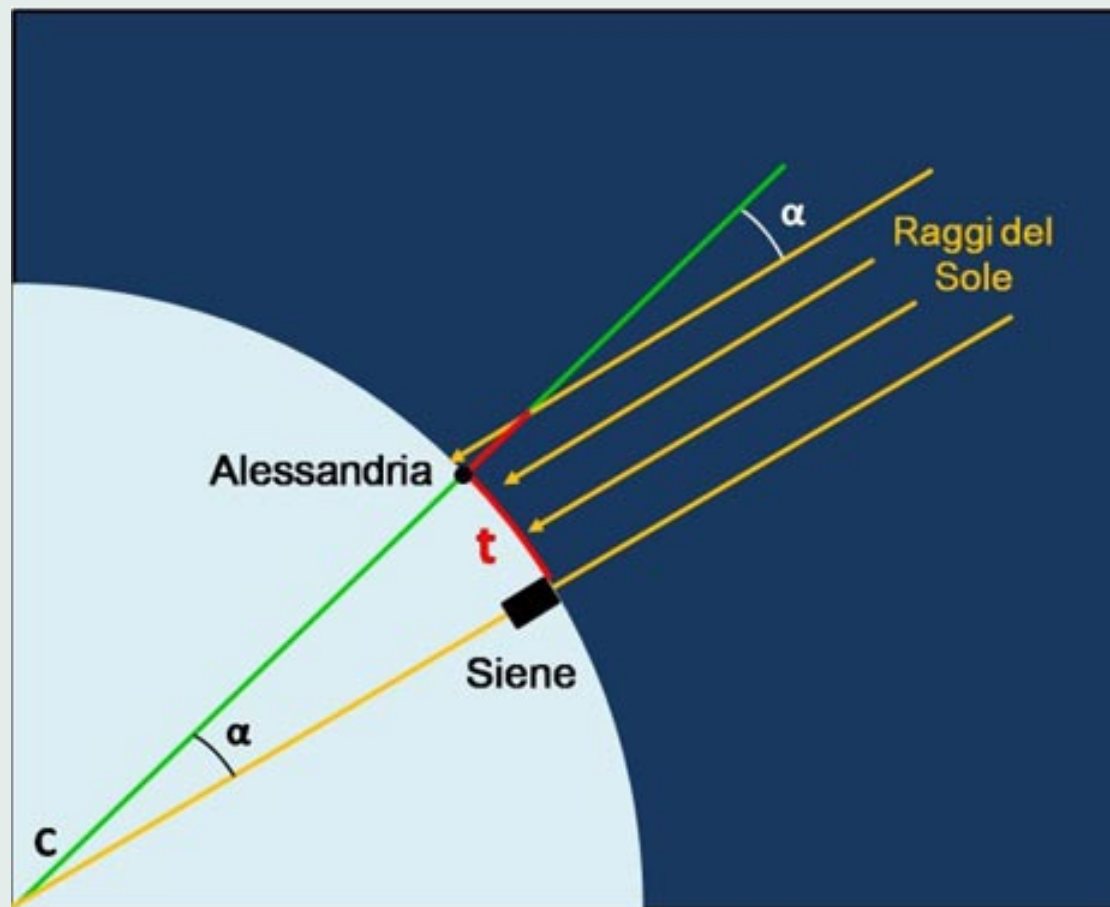
[Close](#)

[Quit](#)



Solstizio d'estate a Siene ed Alessandria: ombra gnomonica ad Alessandria, misura dell'angolo (250 a.C. circa.)

Solstizio d'estate a Siene ed Alessandria: a Siene (tropico del Cancro), a mezzogiorno vero, il Sole nei pozzi non genera ombre

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[Page 16 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Misura della circonferenza terrestre secondo Eratostene

Gli angoli (in cielo e in terra) sono complementari e della stessa misura di quello al centro della Terra. Conosco la distanza ed applico la relazione:

$$7^{\circ}12' : 360^{\circ} = 5000 : x ; \text{quindi, } x = (5000 \times 360) / 7^{\circ}12' = 252\,000 \text{ stadi}$$



[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)



Page 17 of 83

[Go Back](#)

[Full Screen](#)

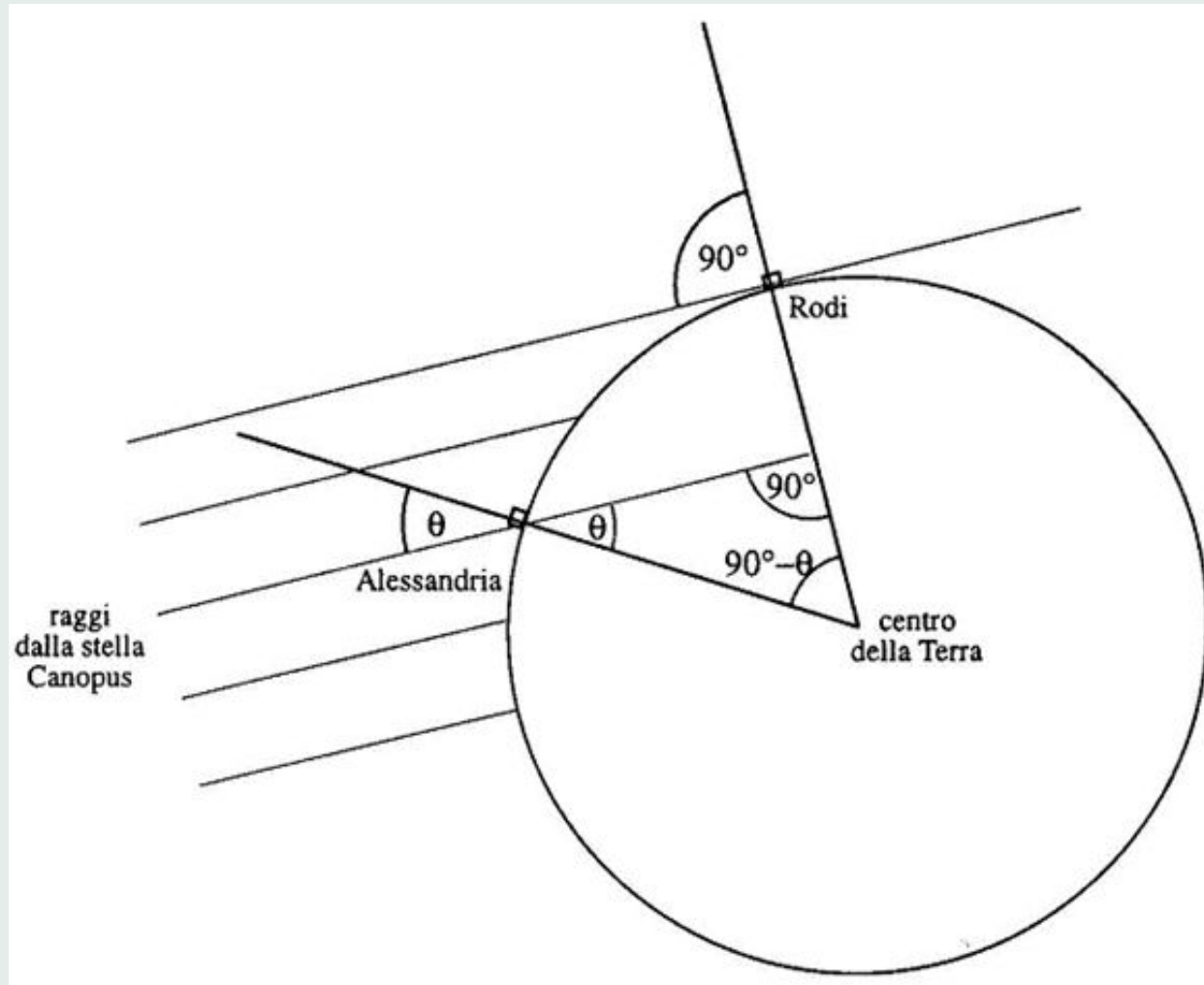
[Close](#)

[Quit](#)

Il metodo di Eratostene essendo geometrico appare più oscuro di quello di Posidonio esposto precedentemente.

Ciò che egli dice diventerà però chiaro se premettiamo le seguenti assunzioni: assumiamo innanzi tutto che Alessandria e Siene siano sullo stesso meridiano.

Misura della circonferenza terrestre secondo Posidonio nella diapositiva a seguire

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[Page 18 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Misura della circonferenza terrestre secondo Posidonio

La misura angolare ottenuta da Posidonio ($1/48$ del cerchio) moltiplicata per 5000 stadi (la distanza Rodi-Alessandria) fornisce 240000 stadi, circa 28000 km

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[Page 19 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

A sinistra il faro d'Alessandria raffigurato su una moneta romana; a destra in un mosaico bizantino a Qsar, Libia



[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)



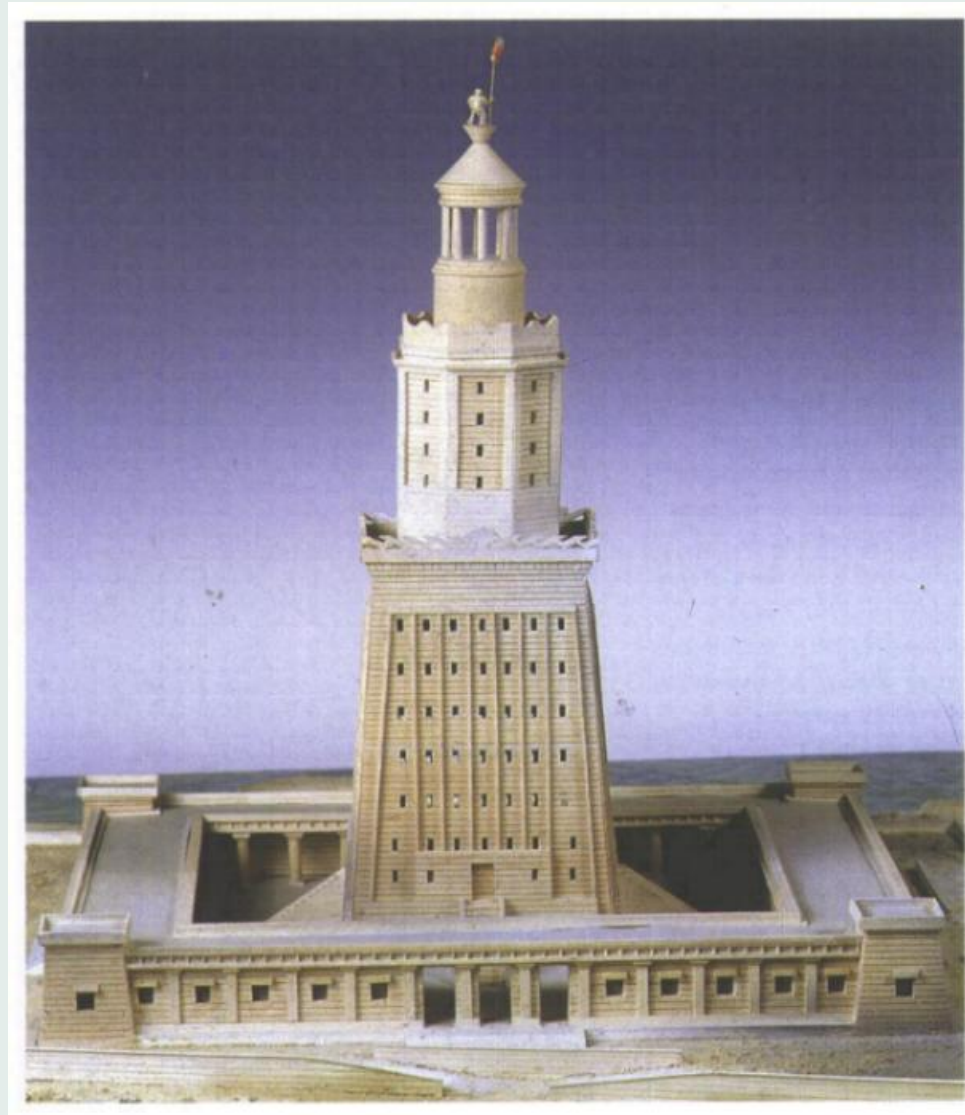
Page 20 of 83

[Go Back](#)

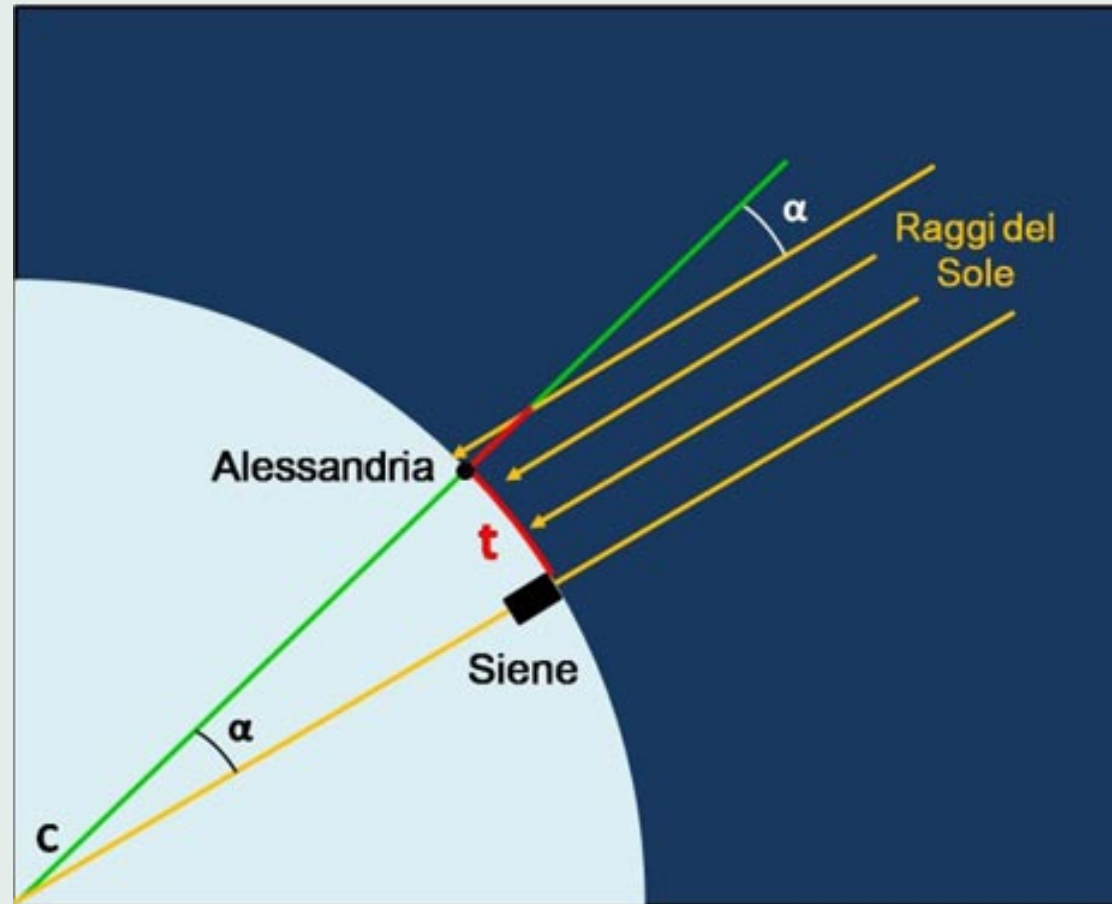
[Full Screen](#)

[Close](#)

[Quit](#)



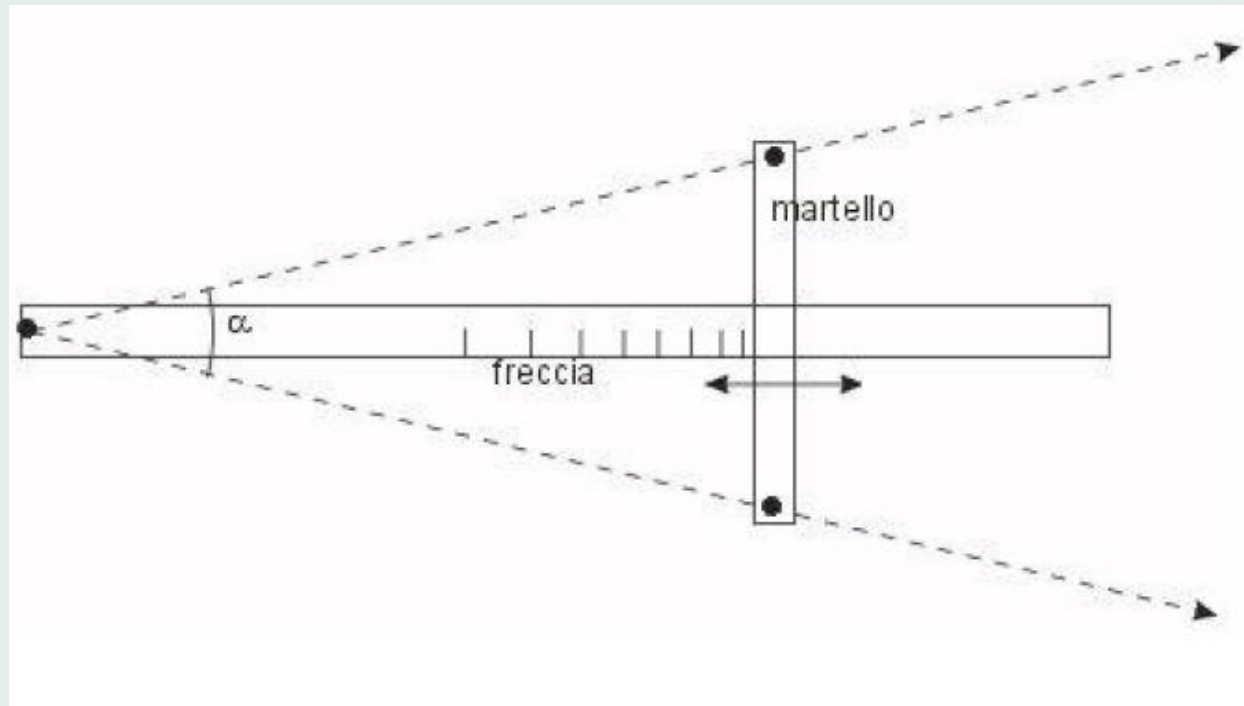
Il faro d'Alessandria in una probabile ricostruzione

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[Page 21 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Misura della circonferenza terrestre secondo Eratostene

Gli angoli (in cielo e in terra) sono complementari e della stessa misura quindi di quello al centro della Terra. Conosco la distanza, applico la relazione:

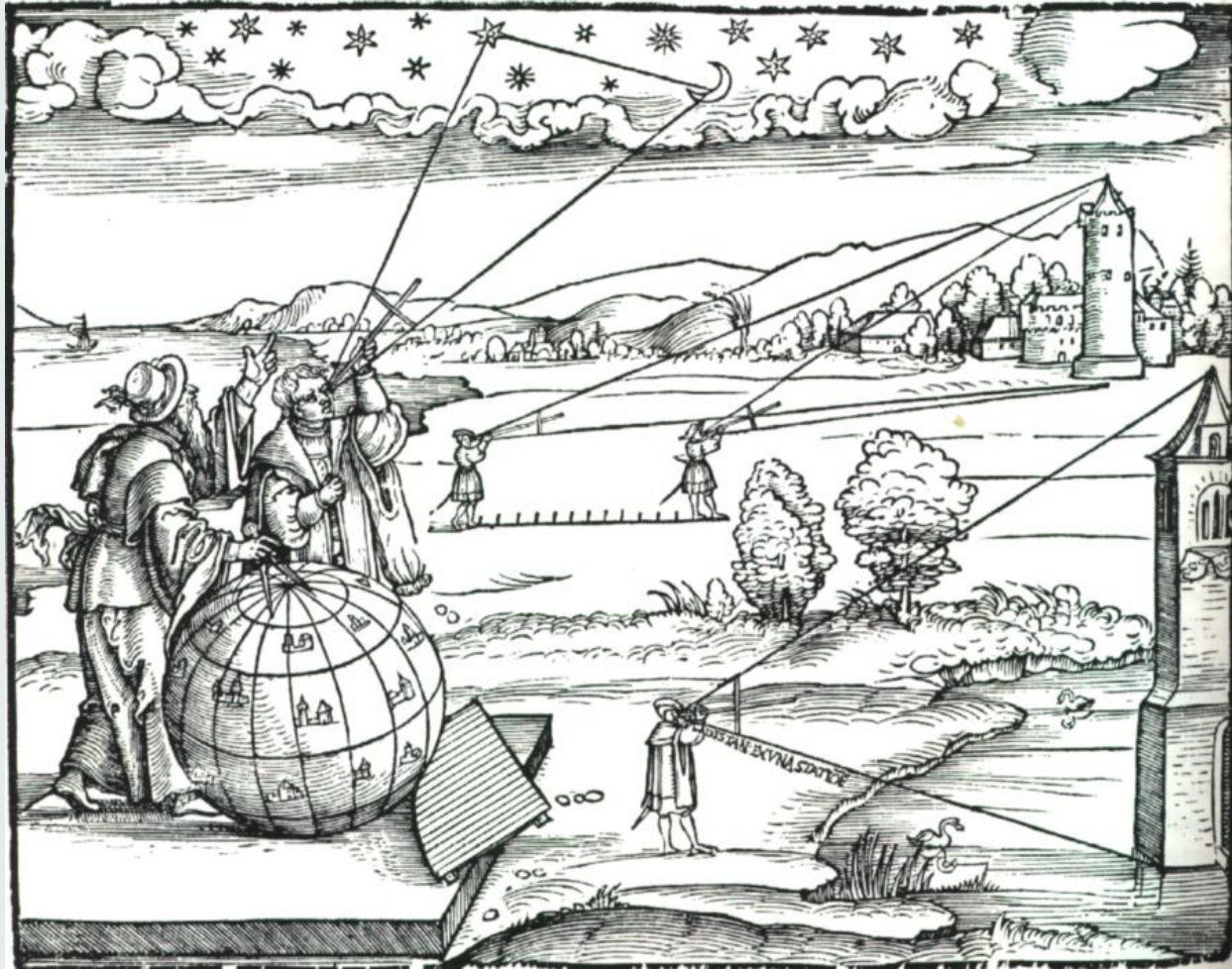
$$7^{\circ}12' : 360^{\circ} = 5000 : x, \text{ quindi, } x = (5000 \times 360) / 7^{\circ}12' = 252\,000 \text{ stadi}$$

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[Page 22 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

La distanza dell'asticella mobile (martello) muta l'ampiezza dell'angolo interno a al vertice delle due assicelle mobili, calcolata come: $D = M / (2 \times \tan(a/2))$, detta M la distanza tra le pinnule del martello. L'altezza di un albero osservato a distanza K è calcolata come: $H = K \times \tan(a)$

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)

Page 23 of 83

[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Applicazioni della balestriglia

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[Page 24 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Ricostruzione della Syracosia, il primo catamarano della storia



[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)



Page 25 of 83

[Go Back](#)

[Full Screen](#)

[Close](#)

[Quit](#)

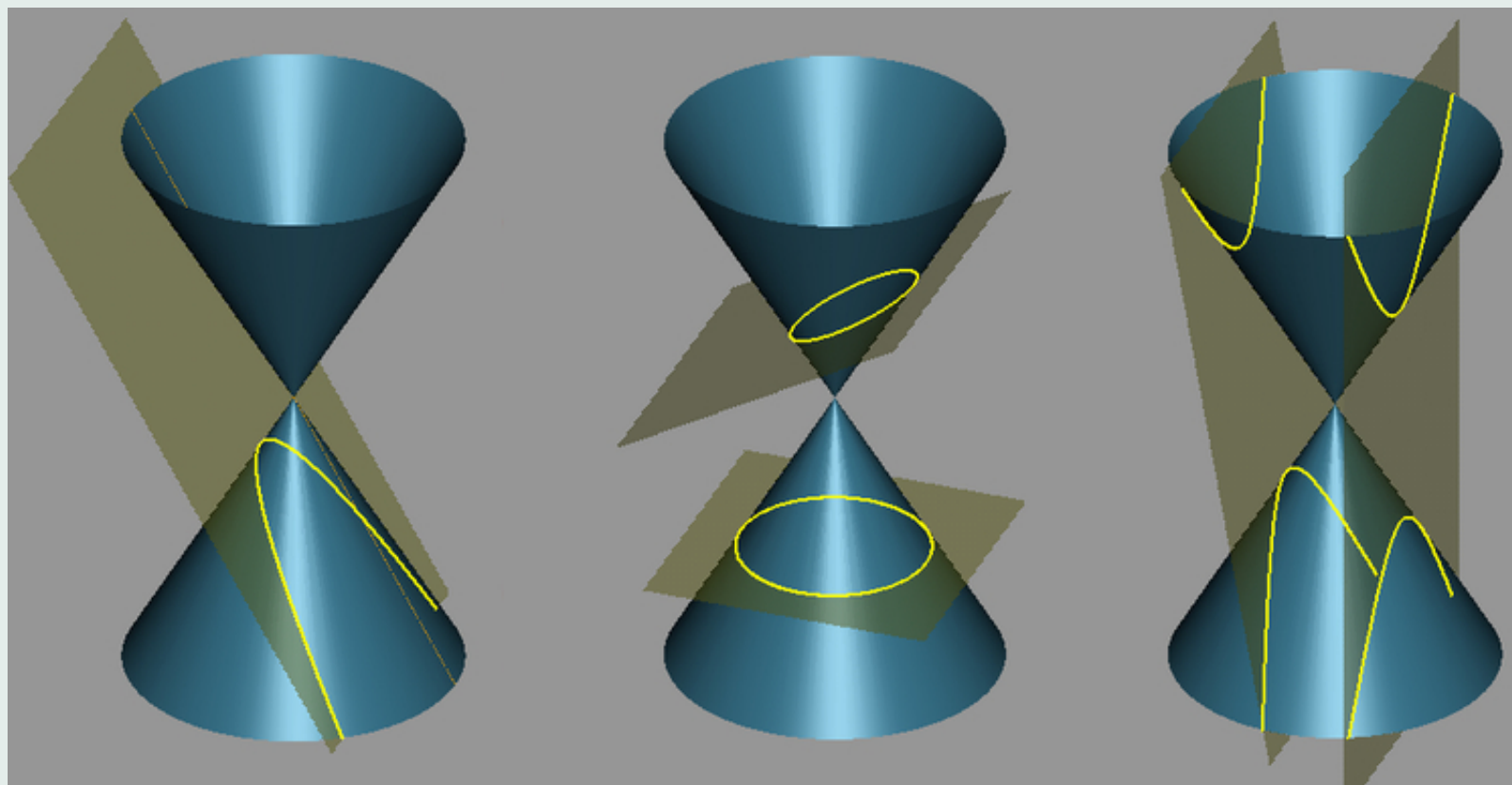


Figure geometriche delle coniche



[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)



Page 26 of 83

[Go Back](#)

[Full Screen](#)

[Close](#)

[Quit](#)



Traforo dell'isola di Samos

Segue



Home Page

Title Page

Contents

◀

▶

◀

▶

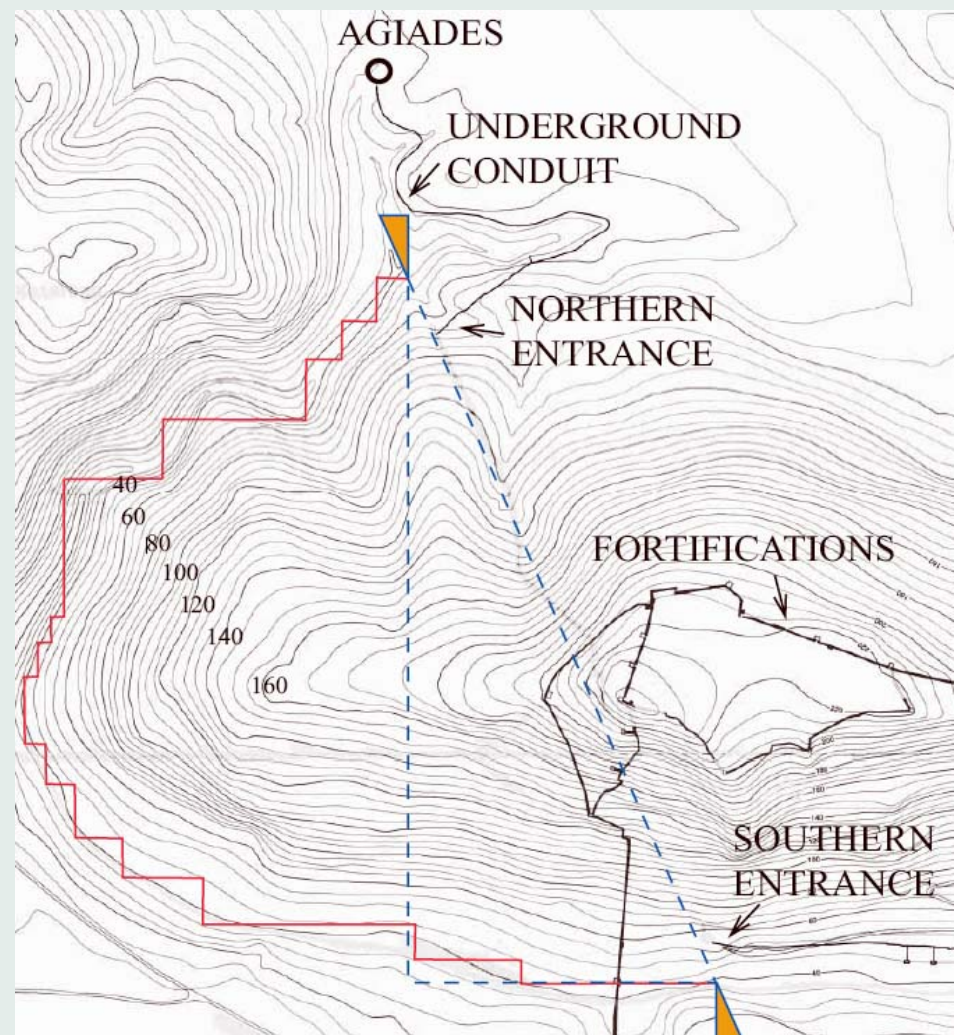
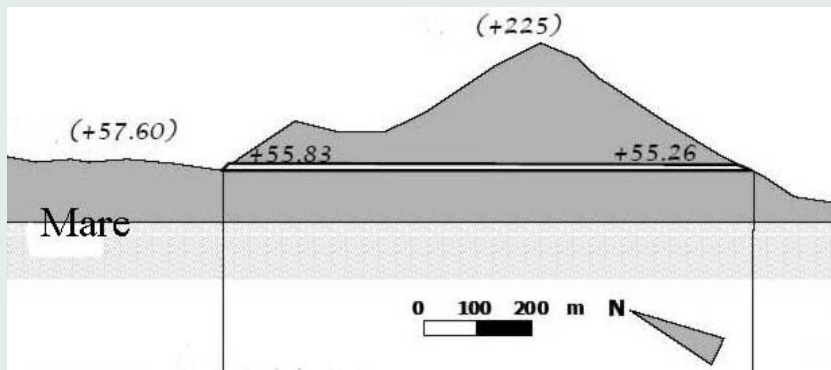
Page 27 of 83

Go Back

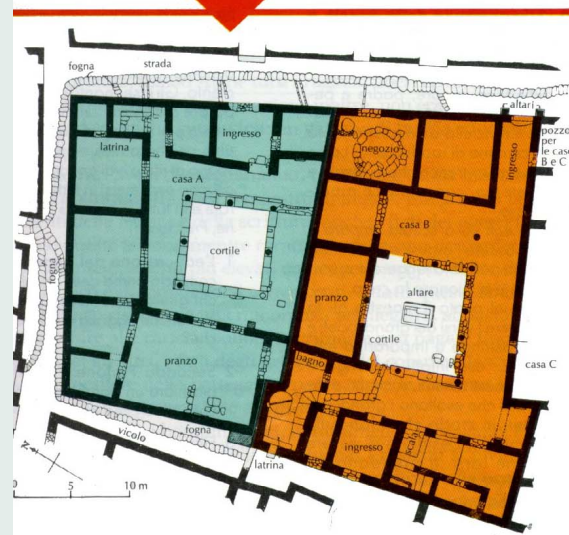
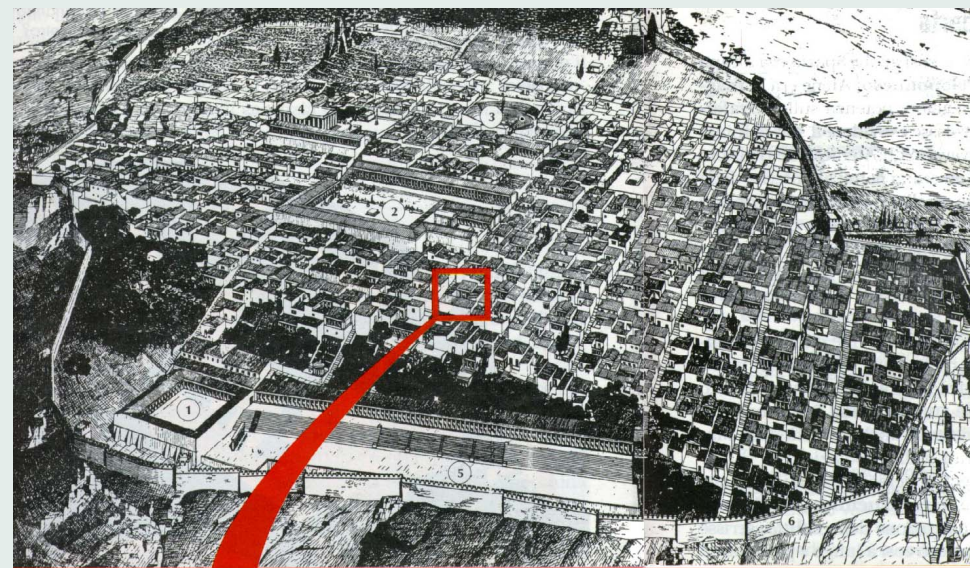
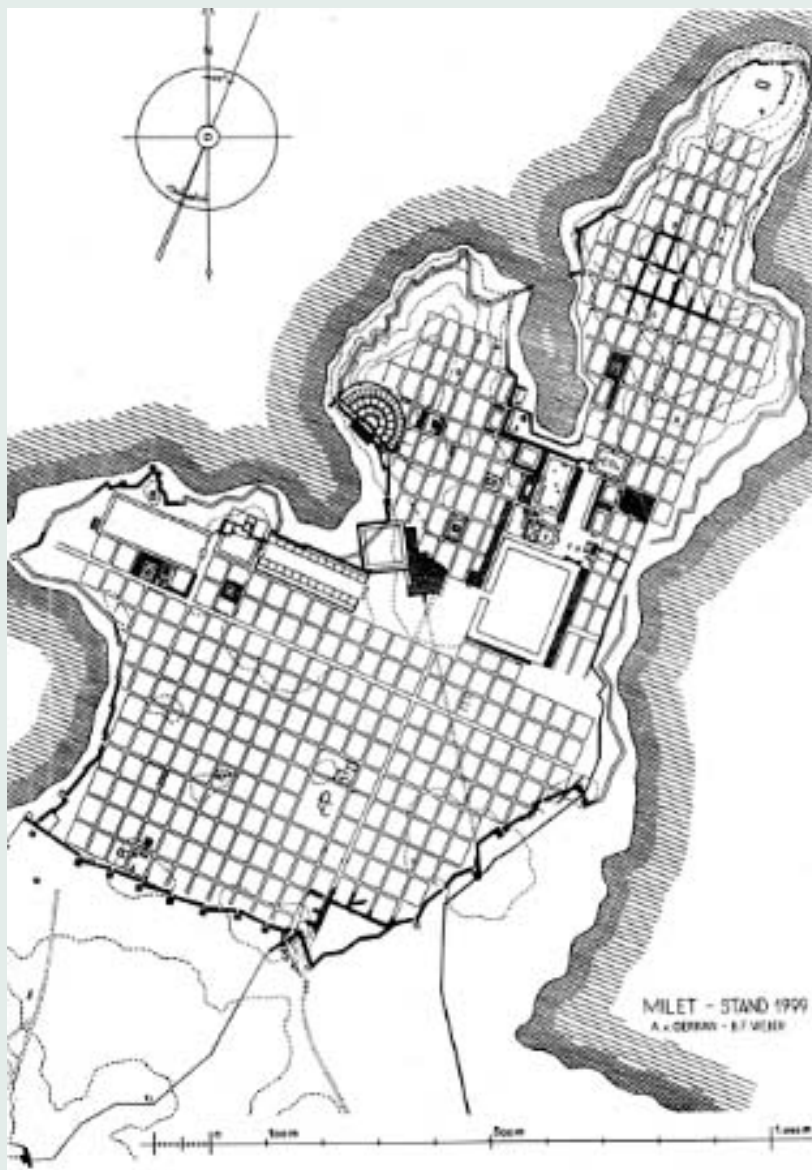
Full Screen

Close

Quit



A sinistra prospettiva dello scavo; a destra ricostruzione delle triangolazioni eseguite. Da Apostol

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[Page 28 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Urbanizzazione di Mileto e Priene ad opera di Ippodamo di Mileto



[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)

◀

▶

◀

▶

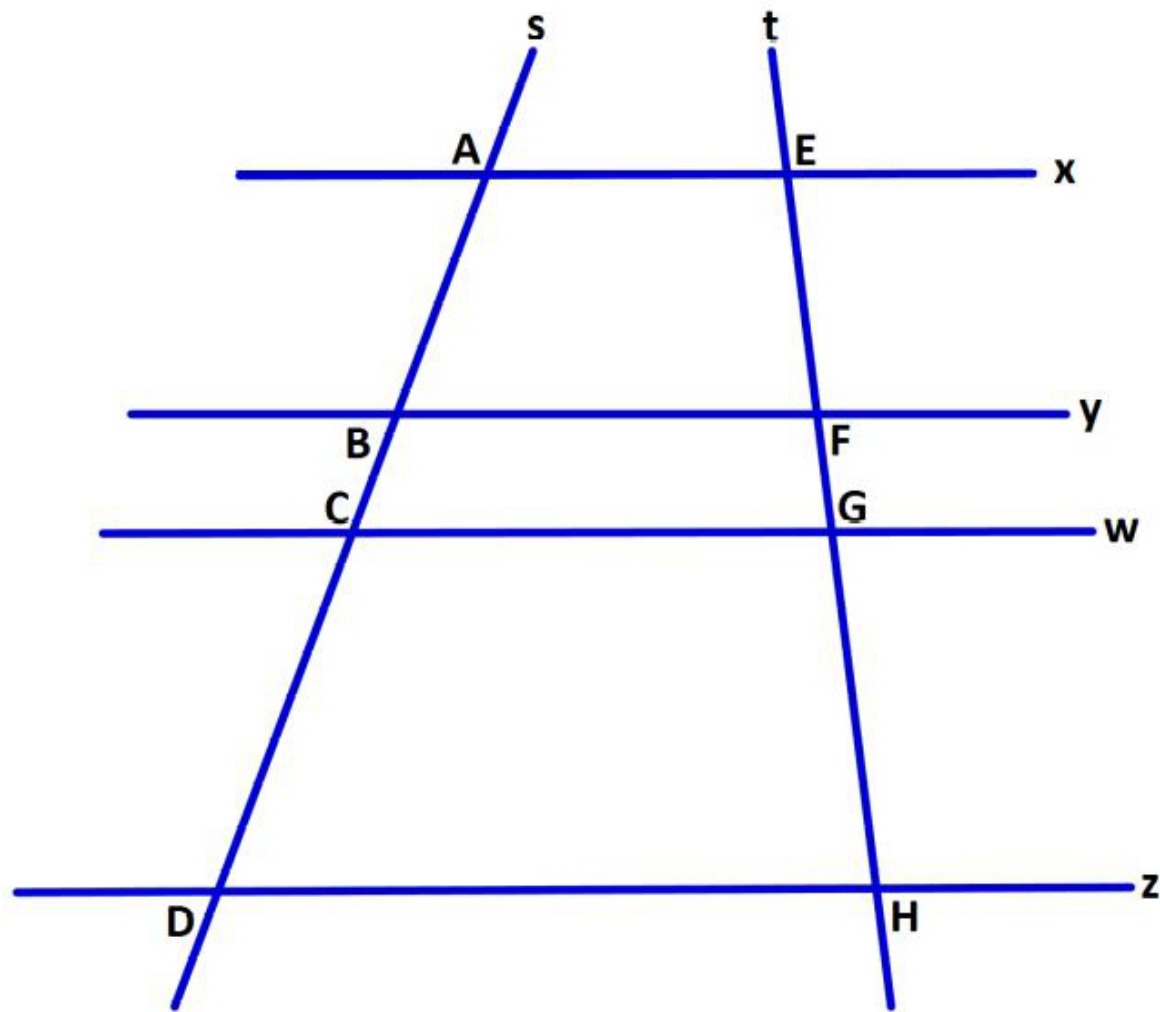
Page 29 of 83

[Go Back](#)

[Full Screen](#)

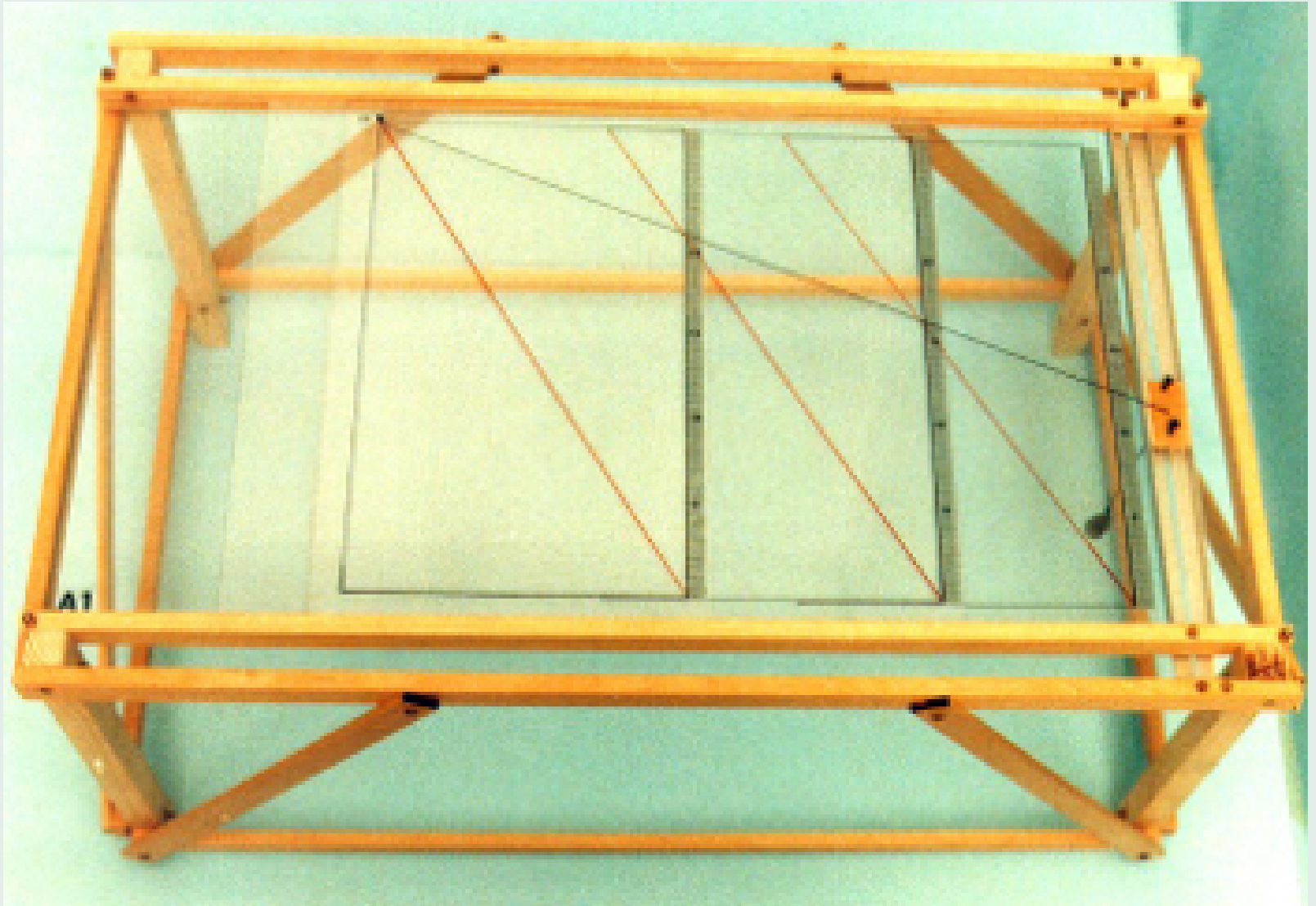
[Close](#)

[Quit](#)



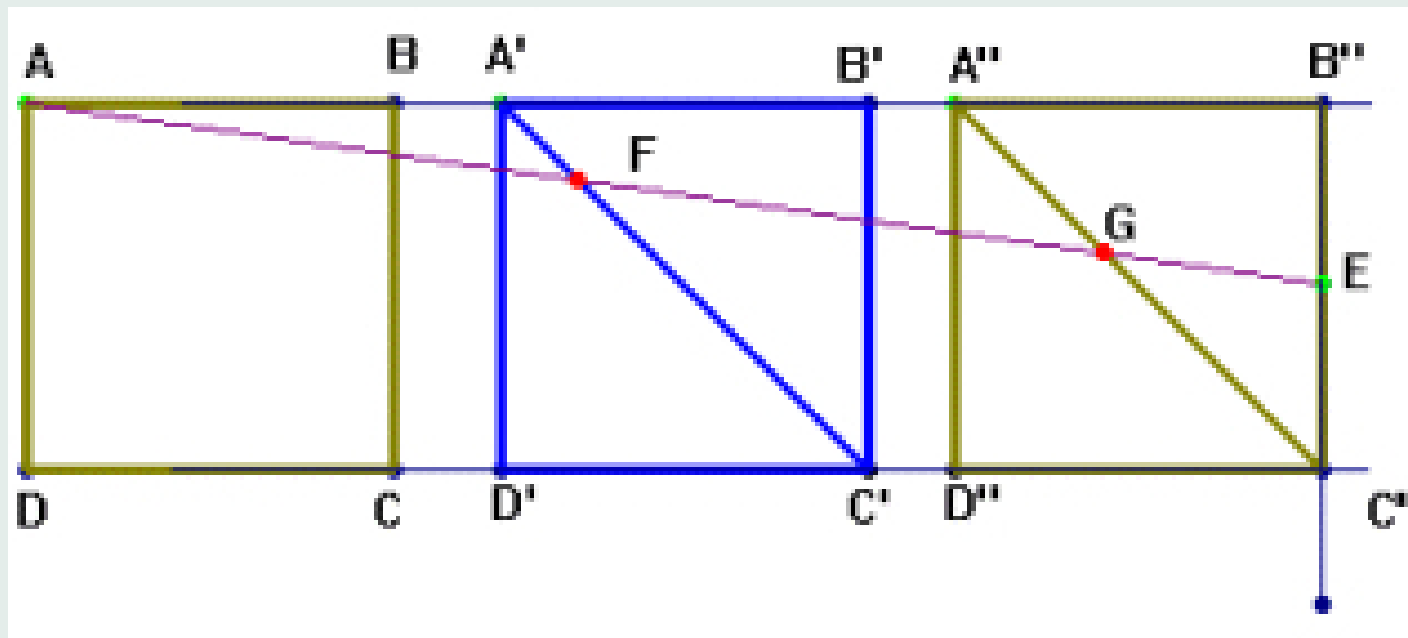
$$AB : CD = EF : GH$$

Teorema di Talete

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[Page 30 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Il mesolabio di Eratostene: ricostruzione Università di Modena

Segue

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[Page 31 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Lo strumento permette di risolvere meccanicamente il problema di inserire due medi proporzionali fra i due segmenti assegnati DA e $C''E$. È costituito da tre tavolette rettangolari uguali $ABCD$, $A'B'C'D'$ e $A''B''C''D''$: la prima scorre sulla seconda, e questa sulla terza. Un filo teso (mediante un peso ad un estremo) congiunge i punti A ed E e interseca le diagonali $A'C'$ e $A''C''$ rispettivamente in F e G . Le tavolette vengono spostate in modo tale che BC passi per F e $B'C'$ passi per G . I segmenti FC e GC' così ottenuti soddisfano la relazione :

$$DA : FC = FC : GC' = GC' : C''E$$

Ricostruzione dell'Università di Modena



Home Page

Title Page

Contents

◀

▶

◀

▶

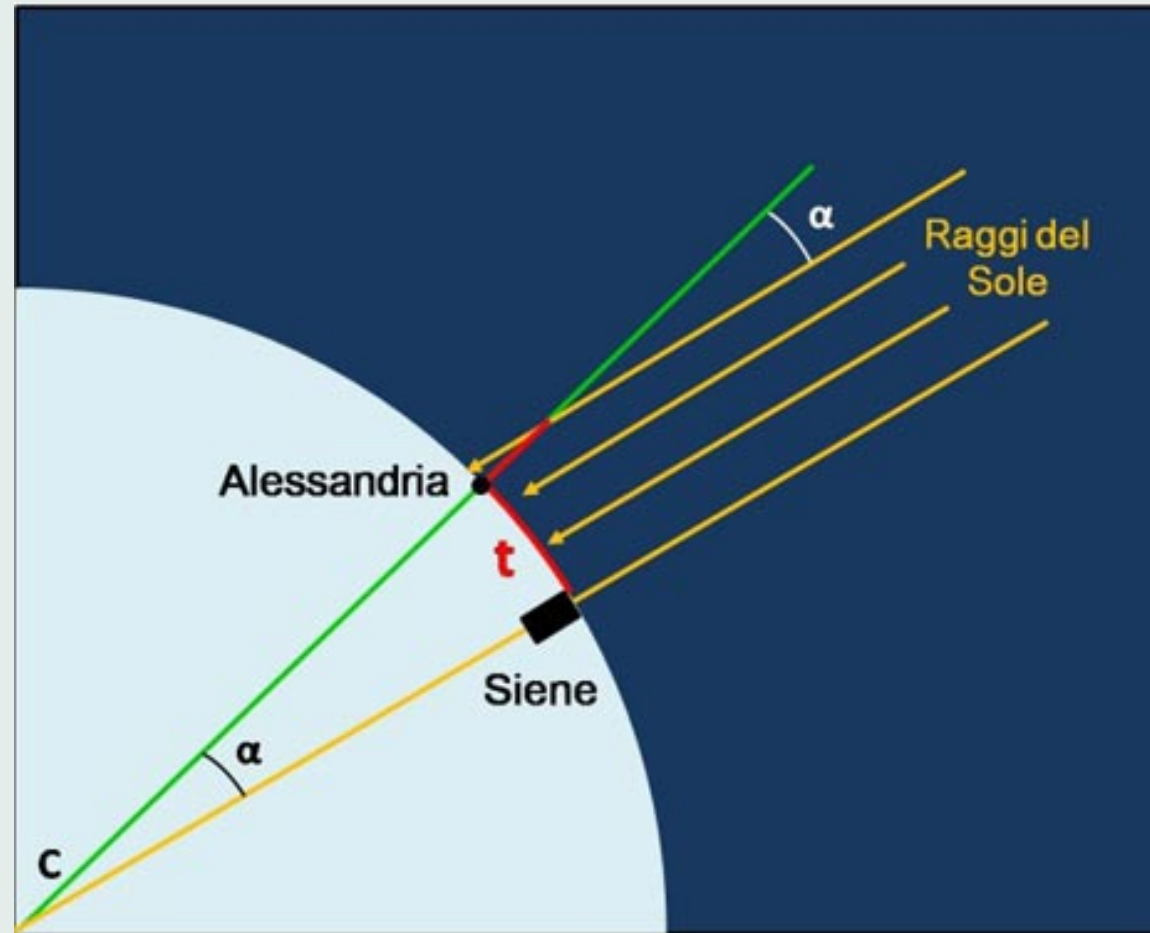
Page 32 of 83

Go Back

Full Screen

Close

Quit



Misura della circonferenza terrestre secondo Eratostene

$$7^{\circ}12' : 360^{\circ} = 5000 : x, \text{ quindi, } x = (5000 \times 360) / 7^{\circ}12' = 252\,000$$



Home Page

Title Page

Contents



Page 33 of 83

Go Back

Full Screen

Close

Quit

Silvarum longitudo est schoeni XX, latitudo dimidium eius. Schoenus patet Eratosthenis ratione stadia XL, hoc est p. V, aliqui XXXII stadia singulis schoenis dedere...

La lunghezza dei boschi è di 20 scheni, la larghezza la metà. *Secondo il calcolo di Eratostene* lo scheno vale 40 stadi, cioè 5 miglia romane, secondo altri 32 stadi.

Il numero ottenuto che esprime la circonferenza terrestre



Home Page

Title Page

Contents

«

»

◀

▶

Page 34 of 83

Go Back

Full Screen

Close

Quit

Il risultato raggiunto per la misura dello stadio è così di 157,5 m e la circonferenza terrestre risulta di

252 000 stadi (39 690 000 m ossia 39 690 km)

con un errore quindi -rispetto alla misura attuale- dello 0,8%: la misura attuale è stimata 40 009 km.

252 000 stadi



Home Page

Title Page

Contents



Page 35 of 83

Go Back

Full Screen

Close

Quit

Osserviamo attentamente il numero.

Esso ha una proprietà interessante. Se togliamo gli ultimi due 0 è divisibile per tutti i numeri naturali da 1 a 10, con il mcm da 1 a 10.

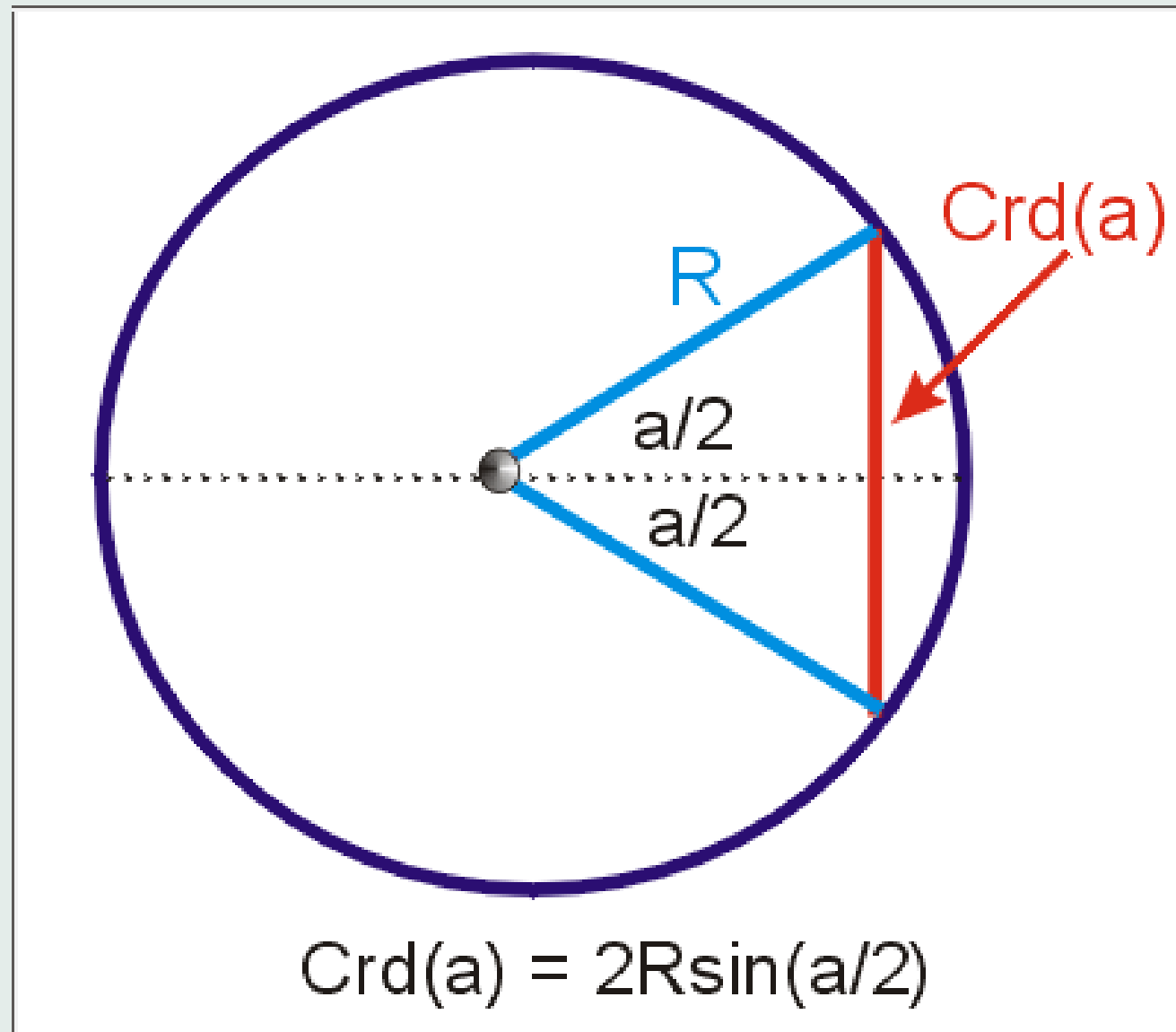
[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)

Page 36 of 83

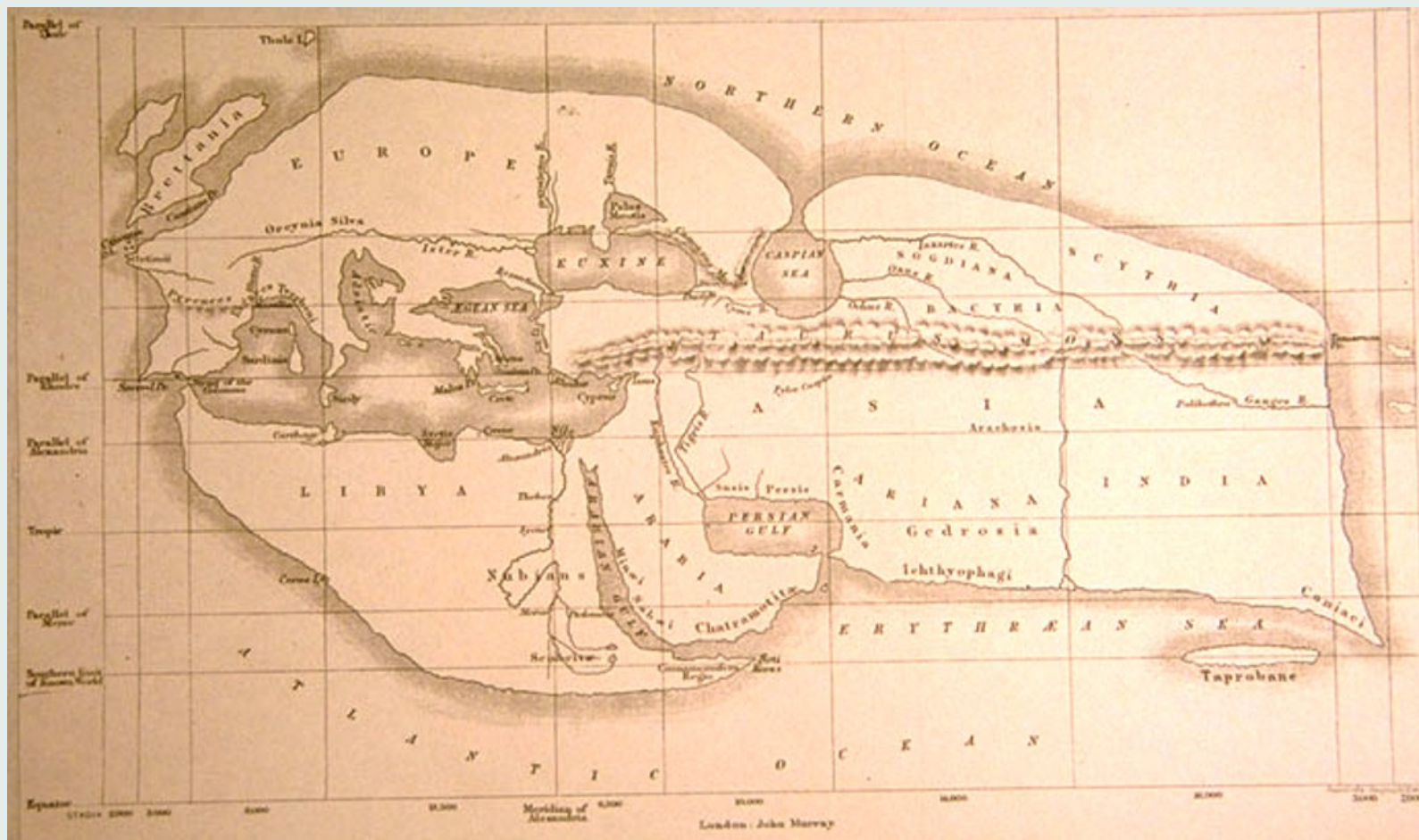
[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prime numbers			
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	2	3	5	7
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	11	13	17	19
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	23	29	31	37
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	41	43	47	53
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	59	61	67	71
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	73	79	83	89
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	97	101	103	107
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	109	113		
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100				
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110				
111	112	113	114	115	116	117	118	119	120				

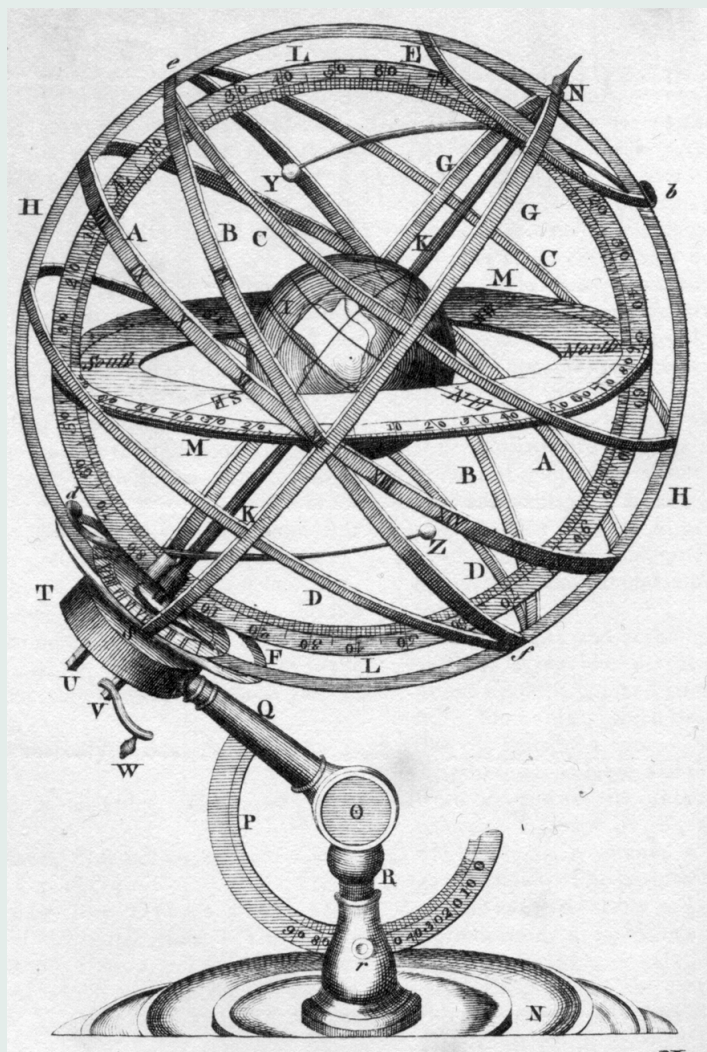
Crivello di Eratostene: antico procedimento per il calcolo delle tabelle di numeri primi fino ad un certo numero n prefissato

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[Page 37 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Sistema trigonometrico in uso nel periodo ellenistico (Ipparco)

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[Page 38 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Carta geografica di Eratostene (ricostruzione) con la rappresentazione dell'ecumene allora conosciuta.

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[Page 39 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Sfera armillare di Eratostene e bandiera del Portogallo con al centro delle bande la sfera armillare



Home Page

Title Page

Contents

◀◀

▶▶

◀

▶

Page 40 of 83

Go Back

Full Screen

Close

Quit

Se ogni strumento riuscisse di per sé o dietro comando a compiere la propria azione come le statue di Dedalo o i tripodi di Efesto, se senza intervento umano le spole tessessero o i plettri toccassero la cetra, non ci sarebbe bisogno di schiavi, padroni, subordinati...



Home Page

Title Page

Contents



Page 41 of 83

Go Back

Full Screen

Close

Quit

Flussi e riflussi: le maree

Principali fautori del sistema eliocentrico



Questi i nomi:

- **FILOLAO DI TARANTO** (V sec. a. C.)
- **ERACLIDE PONTICO** (390 - 329 circa a. C.)
- **ARISTARCO DI SAMO** (310 - 230 circa a. C.)
- **SELEUCO DI SELEUCIA** (II sec. circa a. C.)

[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)

◀◀

▶▶

◀

▶

Page 42 of 83

[Go Back](#)

[Full Screen](#)

[Close](#)

[Quit](#)

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)

Page 43 of 83

[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Ψαμμίτης.

1 I. Ολόνται τινές, βασιλεῦ Γέλων, τοῦ ψάμμου τὸν
ἀριθμὸν ἄπειρον εἶμεν τῷ πλήθει· λέγω δὲ οὐ μόνον
τοῦ περὶ Συρακούσας τε καὶ τὰν ἄλλαν Σικελίαν
δ ὑπάρχοντος, ἀλλὰ καὶ τοῦ κατὰ πᾶσαν χώραν τάν τε
οἰκημέναν καὶ τὰν ἀοίκητον. ἐντί τινες δέ, οἳ αὐτὸν
ἄπειρον μὲν εἶμεν οὐχ ὑπολαμβάνοντι, μηδὲνα μέντοι
ταλικοῦτον κατωνομασμένον ὑπάρχειν, ὅστις ὑπερβάλ-
2 λει τὸ πλήθος αὐτοῦ. οἳ δὲ οὕτως δοξαζόντες δῆλον
10 ὥς εἰ νοήσαιεν ἐκ τοῦ ψάμμου ταλικοῦτον ὄγκον συγ-
κείμενον τὰ μὲν ἄλλα, ἀλίκος ὁ τᾶς γᾶς ὄγκος, ἀνα-
πεπληρωμένων δὲ ἐν αὐτῷ τῶν τε πελαγέων πάντων
καὶ τῶν κοιλωμάτων τᾶς γᾶς εἰς ἴσον ὕψος τοῖς ὑψη-
λοτάτοις τῶν ὀρέων, πολλαπλασίως μὴ γνωσόνται μη-
15 δένα κα ῥηθήμεν ἀριθμὸν ὑπερβάλλοντα τὸ πλήθος αὐ-
3 τοῦ. ἐγὼ δὲ πειρασοῦμαι τοι δεικνύειν δι' ἀποδειξίων
γεωμετρικᾶν, αἷς παρακολουθήσεις, ὅτι τῶν ὑφ' ἁμῶν
κατωνομασμένων ἀριθμῶν καὶ ἐνδεδομένων ἐν τοῖς
ποτὶ Ζεύξιππον γεγραμμένοις ὑπερβάλλοντί τινες οὐ

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[Page 44 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

λόγων διάκουσας. Ἀρίσταρχος δὲ ὁ Σάμιος ὑποθεσίῳ
10 τινῶν ἐξέδωκεν γραφάς, ἐν αἷς ἐκ τῶν ὑποκειμένων
συμβαίνει τὸν κόσμον πολλαπλάσιον εἶμεν τοῦ νῦν
5 εἰρημένου. ὑποτιθεται γὰρ τὰ μὲν ἀπλανέα τῶν ἄστρον

Tu sai che il mondo è considerato dalla maggior parte degli astronomi una sfera il cui centro corrisponde con quello della Terra, ed il cui raggio è eguale alla retta corrente fra il centro della Terra e quello del Sole.

“Aristarco di Samo riporta la descrizione di queste cose rifiutandole nelle proposizioni che questi ha pubblicato contro gli astronomi.”

Secondo questi il mondo sarebbe molto più grande di quanto ci immaginiamo, anche perché egli suppone il Sole e la sfera delle stelle fisse immobili, che la Terra giri attorno al Sole, e che la grandezza della sfera delle stelle fisse, il cui centro è quello del Sole, sia tale che la circonferenza del cerchio che egli suppone descritto dalla Terra è pari alla distanza delle stelle fisse, come il centro della sfera è alla superficie.



[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)



Page 45 of 83

[Go Back](#)

[Full Screen](#)

[Close](#)

[Quit](#)



Lo stretto di Euripo



Home Page

Title Page

Contents



Page 46 of 83

Go Back

Full Screen

Close

Quit

Per ciò che riguarda l'alternarsi delle correnti nello stretto basterà dire che non v'è nulla di uniforme nel modo in cui le correnti si comportano nei diversi stretti, almeno a giudicare dall'apparenza. Come spiegare altrimenti che le correnti dello stretto di Sicilia, come riporta Eratostene, cambiano due volte il verso nello spazio di un giorno, quelle dell'Euripe di Calcide sette volte, mentre lo stretto di Bisanzio non cambia mai il suo fluire dal Ponto verso la Propontide, salvo qualche periodo di stasi durante i quali, a sentire Ipparco, rimane completamente stagnante?



Home Page

Title Page

Contents

«

»

◀

▶

Page 47 of 83

Go Back

Full Screen

Close

Quit

Una volta che ebbero ormeggiato si verificò il fenomeno del Grande Mare (la bassa marea) e le loro navi rimasero in secco.

Ciò produsse fra gli uomini che non l'avevano osservato un grande sgomento, che aumentò quando trascorso un certo tempo l'acqua rifluì: le navi adagiate nella melma furono sollevate indenni, quante invece non avevano un assetto stabile all'onda d'urto si spaccarono, alcune sbattendo le une alle altre.

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[Page 48 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Strabone, *Geographia*, I, 1

Ma Eratostene è così ingenuo che pure essendo un matematico non si attiene all'opinione di Archimede che nel trattato “Sui Galleggianti” afferma che la superficie dell'insieme di tutte le acque a riposo è la superficie di una sfera con il centro nel centro della Terra.

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[Page 49 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Plutarco, *De facie quae in orbe lunae apparet*

Certo la Luna è trattenuta dal cadere dallo stesso moto e dalla rapidità della rotazione, proprio come gli oggetti posti nelle fionde sono trattenuti dal cadere dal moto circolare. Il moto secondo natura guida infatti ogni corpo se non è deviato da qualcos'altro. Perciò la Luna non segue il suo peso che è equilibrato dall'effetto della rotazione. Ma si avrebbe forse più ragione di meravigliarsi se essa restasse assolutamente fissa e immobile come la Terra.



Home Page

Title Page

Contents

◀◀

▶▶

◀

▶

Page 50 of 83

Go Back

Full Screen

Close

Quit

Riflettiamo allora su quanto ci dice Plutarco:

1. La Luna gira attorno alla Terra ma non cade perché c'è l'effetto fionda, ossia quella che noi oggi conosciamo come *forza centrifuga*.

2. La Luna ha una velocità diversa (*anomalìa lunare*)



Home Page

Title Page

Contents



Page 51 of 83

Go Back

Full Screen

Close

Quit

Riassumendo allora cosa abbiamo?

1. La Luna è soggetta all'azione di gravità terrestre;
2. La Luna possiede un proprio centro di gravità;
3. La Luna esercita un'azione sulle acque terrestri provocando le maree;
4. L'azione precedente rende necessario (già da Eratostene) abbandonare l'assunzione della simmetria sferica della gravità che assicurerebbe la sfericità perfetta dei mari ponendo fuori gioco le maree che invece la contraddicono.



[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)

◀◀

▶▶

◀

▶

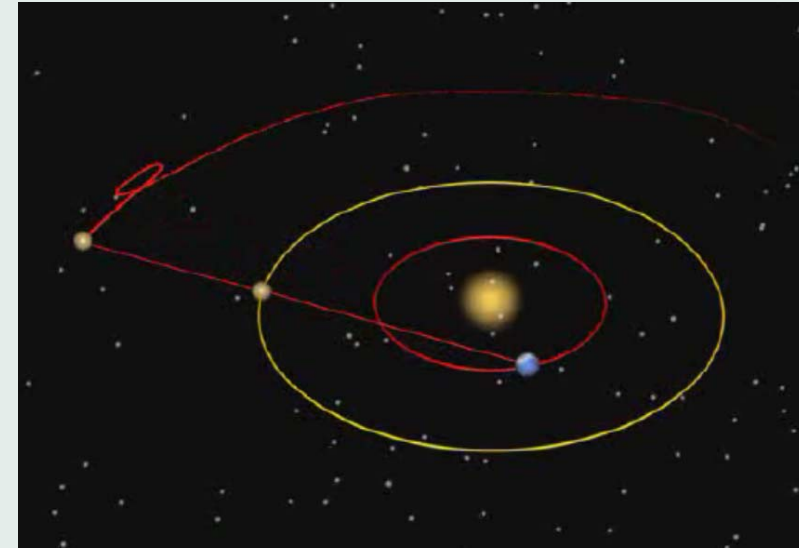
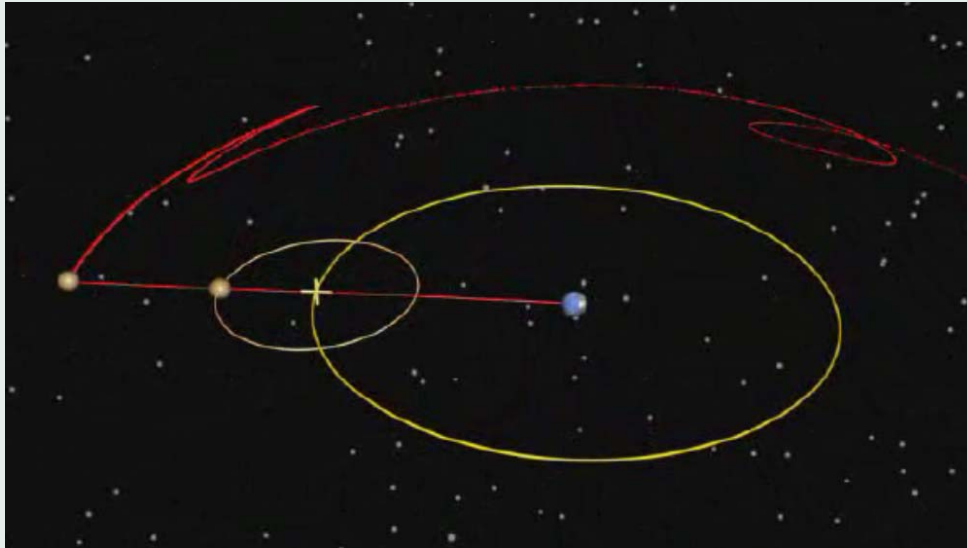
Page 52 of 83

[Go Back](#)

[Full Screen](#)

[Close](#)

[Quit](#)



Retrogradazione: sistema geocentrico a sinistra, eliocentrico a destra



Home Page

Title Page

Contents



Page 53 of 83

Go Back

Full Screen

Close

Quit

Se si muovono nella stessa direzione l'occhio e diversi corpi che si spostano con velocità diversa, quelli che si muovono con la stessa velocità dell'occhio sono giudicati fermi, quelli più lenti appaiono muoversi all'indietro, e quelli più veloci in avanti



Home Page

Title Page

Contents



Page 54 of 83

Go Back

Full Screen

Close

Quit

Abbiamo trovato chi ci ha detto [Seneca non specifica chi, ma il riferimento a Ipparco e Seleuco appare scontato] sbagliate pensando che qualche stella [pianeta] interrompa il suo cammino e l'inverta, non è permesso ai corpi celesti fermarsi né invertire il moto, tutti avanzano: come una volta sono stati lanciati, così procedono, la fine del loro cammino coinciderebbe con la loro stessa fine, quest'opera eterna ha moti irrevocabili.

Segue



Home Page

Title Page

Contents



Page 55 of 83

Go Back

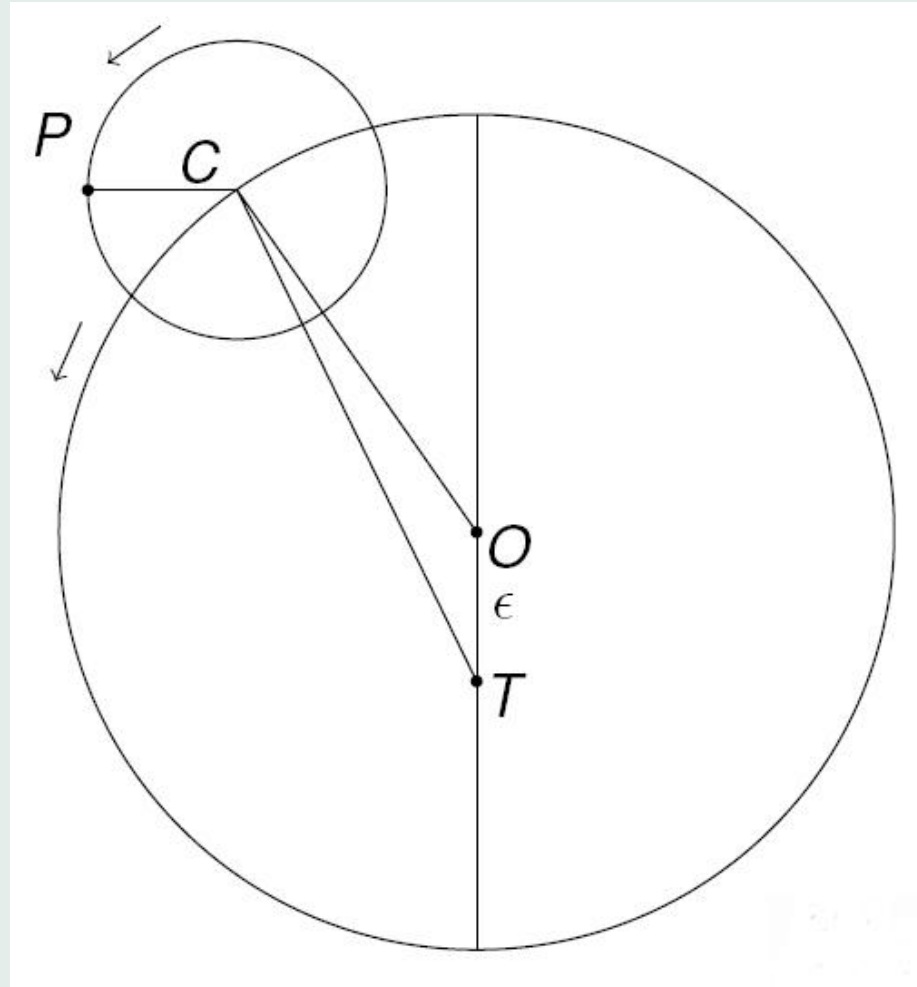
Full Screen

Close

Quit

Se dovessero arrestarsi quei corpi ora conservati dal loro moto regolare, cadrebbero gli uni sugli altri. Quale allora il motivo per cui alcuni sembrano tornare indietro? L'intervento del Sole e la natura dei percorsi e delle orbite circolari disposte in modo che per un certo tempo ingannano gli osservatori, impone loro un'apparenza di lentezza.

Così le navi, sebbene procedano a vele spiegate, sembrano tuttavia star ferme.

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[Page 56 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Epiciclo e deferente. La terra è in T . Il pianeta P orbita attorno alla Terra secondo la circonferenza (epiciclo). Il centro C si sposta sul cerchio di centro O .

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)[Page 57 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Riassumendo e sintetizzando allora i progressi nelle conoscenze scientifiche abbiamo che esiste la:

1. **Gravità:** esistono tanti e diversi centri gravitazionali quanti sono i corpi che s'influenzano gravitazionalmente a vicenda;
2. **Forza centrifuga** (effetto fionda);
3. **Anomalia lunare** e perturbazione;
4. **Relatività del moto**;
5. **Conservazione del moto**;
6. **Accelerazione.**

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)[Page 58 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Plutarco, *Platonicae quaestiones* id est *Moralia*, VIII, I (1006 C)

Doveva pensare [Timeo] che la Terra fosse stata “progettata” non confinata e stabile, ma rivolgentesi e rotante, come successivamente affermarono Aristarco e Seleuco, il primo assumendolo solo per ipotesi, Seleuco invece provandolo.

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[Page 59 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Strabone, *Geographia*, III, IX)

[Posidonio] *riferisce che Seleuco, “quello del mar Eritreo”, parla di una diseguaglianza o eguaglianza in questi [fenomeni] secondo le variazioni dei segni dello Zodiaco. Dice infatti che quando la Luna si trova nei segni equinoziali le mutazioni [maree giornaliere] sono eguali, in quelli solstiziali vi è disuguaglianza in quantità e velocità, ed in ciascuno degli altri segni [l’andamento] è proporzionale alla vicinanza [fra la Luna e i detti segni].*



[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)

[«](#)

[»](#)

[◀](#)

[▶](#)

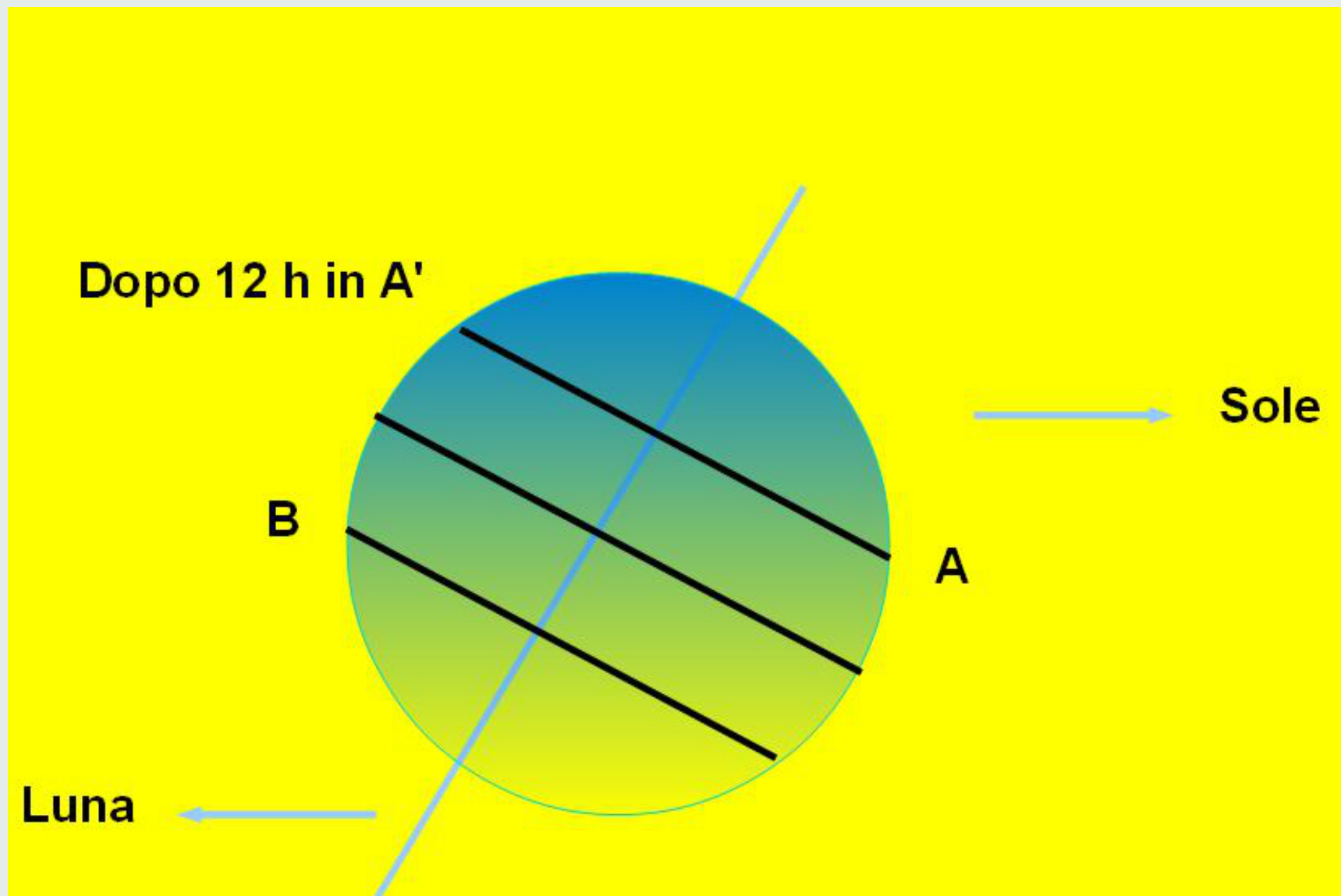
Page 60 of 83

[Go Back](#)

[Full Screen](#)

[Close](#)

[Quit](#)



Maree al solstizio



[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)

◀◀

▶▶

◀

▶

Page 61 of 83

[Go Back](#)

[Full Screen](#)

[Close](#)

[Quit](#)

Dopo 12 h in A'

C'

Dopo 12 h in C'

A

C

Sole

Luna

Maree all'equinozio



[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)

◀◀

▶▶

◀

▶

Page 62 of 83

[Go Back](#)

[Full Screen](#)

[Close](#)

[Quit](#)

È possibile
SUPPORRE E DIMOSTRARE
la reale esistenza di un continente ignoto
al di là delle colonne d'Ercole
standosene nel proprio studio a Rodi?

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)[Page 63 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Strabone, *Geographia*, I, I, 8 - 9)

L'ipotesi di un unico mare si accorda meglio con le mutazioni dell'oceano riguardo i flussi e riflussi [delle maree] -omissis-.

Ipparco non è convincente quando afferma contro questa opinione che né l'oceano subisce del tutto le stesse trasformazioni, né, ciò concesso, ne seguirebbe che l'Atlantico sia tutto continuo in cerchio, chiamando a testimone dell'andamento non uniforme [dell'oceano] Seleuco di Babilonia.

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[Page 64 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Ipparco sostiene che dalla Spagna alle Indie non c'è un unico oceano perché si possono dare in prima battuta almeno due ipotesi:)

- -A o c'è un solo oceano
- -B o ci sono due oceani separati da almeno un continente

L'ipotesi B però ammette a sua volta due sottocasi

- -B₁ o ci sono due oceani eguali
- -B₂ o ci sono due oceani diversi

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)[Page 65 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Strabone, *Geographia*, I, I, 8 - 9

Se ci sono due oceani eguali (B_1) le maree debbono essere eguali: MA se due mari sono diversi (ipotesi B_2), le acque che si spostano sono anch'esse diverse, perché le maree sono anche in ovvia e naturale funzione del bacino.

Quindi il ragionamento di Ipparco, pensando alle differenze diurne di Seleuco, è: non siamo nel caso “ A_1 ”. Quindi ci devono essere almeno due oceani ed almeno un continente in mezzo.

Argomento deduttivo.



[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)



Page 66 of 83

[Go Back](#)

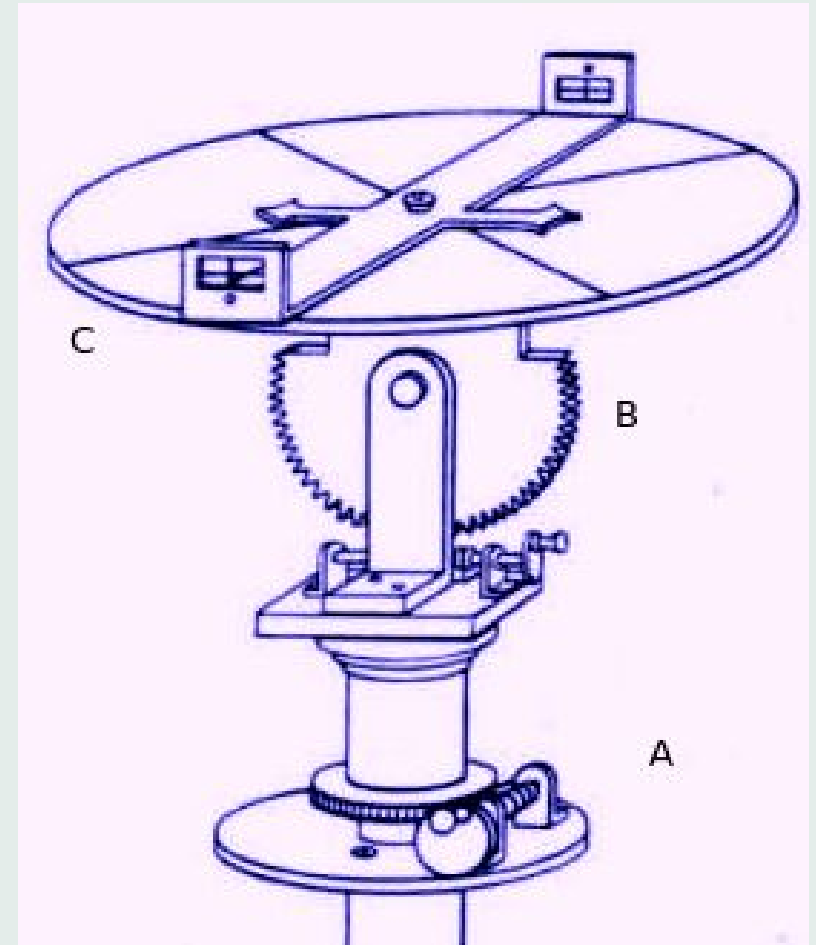
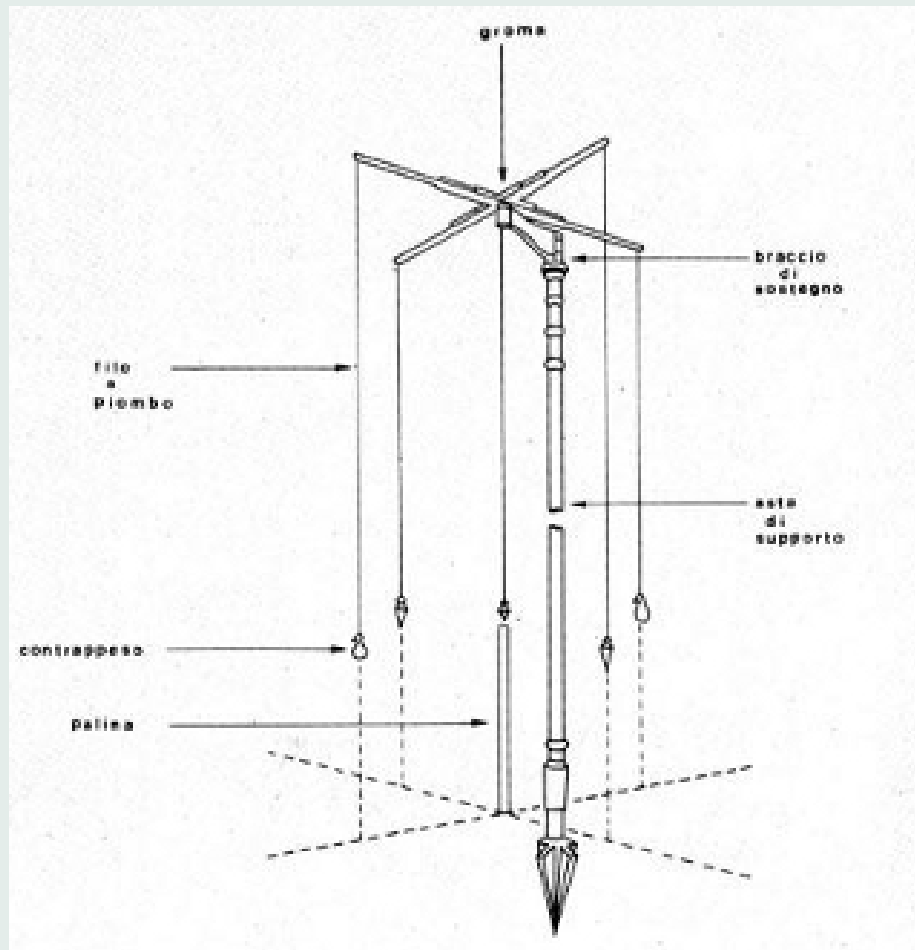
[Full Screen](#)

[Close](#)

[Quit](#)



La battaglia di Issos. Pompei, Casa del fauno

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[Page 67 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Groma romana e dioptra di Erone

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)[Page 68 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

- **Erone d'Alessandria** parla del διαστολεύς (*strumento per separare*), una sorta di pietra usata per separare i colori, in sostanza un prisma;
- **Paolo d'Egina** chiama διοπτρίον un piccolo specchio;
- **Alceo di Mitilene** chiama anch'egli διοπτρίον un piccolo specchio;
διόπτρα deriva da διοπτήρ che vuol dire esploratore, osservo, spio,...
- **Tolomeo** nell'*Almagesto* [248, V] riferisce che Ipparco usava apparecchiature ottiche cui accenna pure
- **Plinio** nella *Naturalis historia* [182, II, 95] riferendosi al perfezionamento apportato da Ipparco agli strumenti ottici per osservazioni astronomiche;
- **Teofrasto** in un frammento del *De igne* parla dell'accensione del fuoco sfruttando la convergenza in un punto di raggi solari;

Segue

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)[Page 69 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

L'ottica. Archimede e gli specchi ustori

- **Strabone** nella *Geographia* [III] accenna a *canne* , con cui si ottiene un ingrandimento dell'immagine;
- **Gemino** ci spiega che gli addetti al rilevamento si basavano a volte sul sistema della rifrazione;
- **Seneca** nelle *Naturales quaestiones* [218, VII] parla della *virgula vitrea*, un vetro a più facce, un prisma quindi, perché subito accenna all'arcobaleno intendendo riferirsi al fenomeno della *scomposizione* in più colori della luce;
- **Luciano** nell'*Hippias* riporta che **Archimede** incenerì le navi con la scienza;
- **Apuleio** nel *De magia* parla di **Archimede** come studioso di catottrica;
- **Galeno** nel *De temperamentis* parla di specchi ustori ma intende miscele incendiarie;

Segue

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)[Page 70 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Archimede e l'ottica

- ed infine ancora una volta **Tolomeo** *sembra* parlasse degli specchi ustori archimedei in opere perdute;
- **Antemio** nei *Paradossi meccanici* parla anch'egli di specchi ustori ;
- **Dione Cassio** *infine* li cita e i frammenti sono riportati nel XII secolo da **Giovanni Tzetzes** e **Giovanni Zonaras**;

Segue

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[Page 71 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

● Indirizzando una sorta di specchio verso il Sole ne concentrò i raggi, e grazie allo *spessore* e alla *levigatezza* dello specchio, infuocò l'aria di fronte ad esso, sviluppando un grande incendio che dicesse (!?) verso le navi; [Giovanni Tetzes].

● Quando Marcello fu ad un tiro d'arco dalle mura, Archimede costruì una macchina solare specchiante di forma esagonale *hexagonum aliquod speculum fabricavit senex* munita di corde e cerniere in modo che il centro dello specchio si trovasse sempre rivolto ai raggi solari *speculi parva talia specilla cum posuisset quadrupla angulis, quae movebantur laminis, quibusdam sculpturis, medium illud posuit radiorum Solis*; [Giovanni Zonaras].



[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)



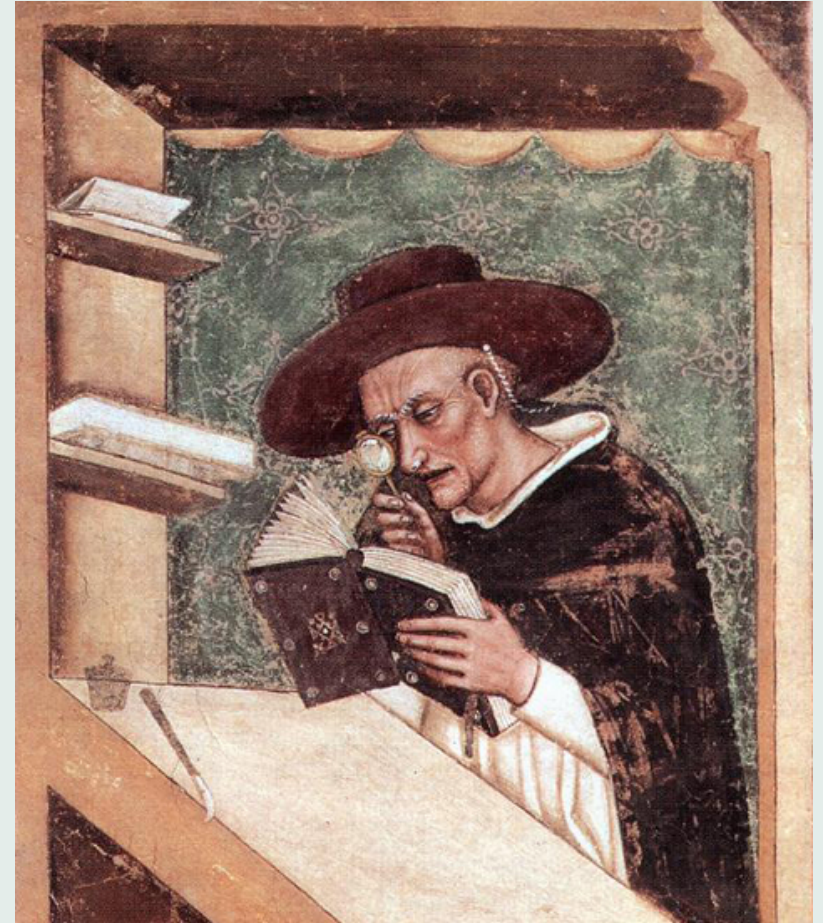
Page 72 of 83

[Go Back](#)

[Full Screen](#)

[Close](#)

[Quit](#)



Uso di lenti d'ingrandimento alla fine del medioevo: 1403 e 1352



Home Page

Title Page

Contents



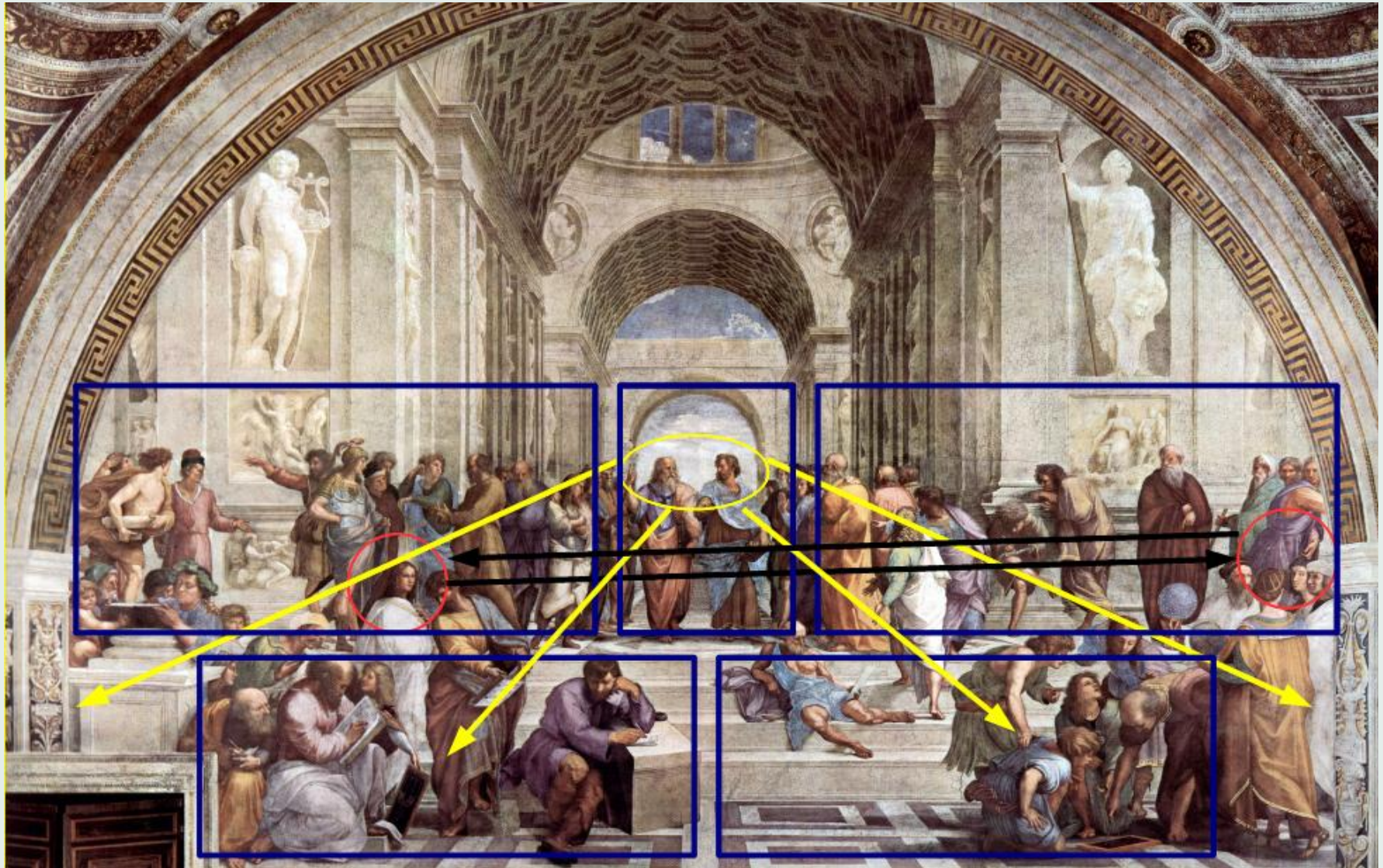
Page 73 of 83

Go Back

Full Screen

Close

Quit



La scuola di Atene, Raffaello



[Home Page](#)

[Title Page](#)

[Contents](#)



Page 74 of 83

[Go Back](#)

[Full Screen](#)

[Close](#)

[Quit](#)

ALLA RISCOPERTA DELLA

"PRISCA SAPIENTIA"

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)[Page 75 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

La stessa cosa si produce a seguito di un movimento rapido, per esempio quello di un disco composto di più colori. Uno stesso raggio non dimora su un solo e stesso colore. Il colore fugge per la rapidità del moto circolare. Così lo stesso raggio cadendo su tutti i colori non potrà distinguersi fra il primo e l'ultimo né fra quelli ripartiti fra diversi. In effetti, tutti i colori appaiono su tutta [la superficie] del disco come se fosse di un colore uniforme, quello risultante dai colori mischiati. Per la stessa ragione punti marcati sul disco che non siano sull'asse, se sono di un colore distinto da quello del disco, a seguito di un moto rapido appariranno come circonferenze dello stesso colore.

Se si tracciano sul disco linee passanti per l'asse, tutta la superficie del disco durante la sua rivoluzione sembrerà avere un colore uniforme. In effetti quando il colore durante i tempi che per i sensi si confondono gira attorno d'una distanza percettibile alla vista sembra toccare tutti i luoghi per cui passa.



Home Page

Title Page

Contents



Page 76 of 83

Go Back

Full Screen

Close

Quit

Aristarco e Copernico

1. La luna riceve luce dal Sole
2. La terra va considerata punto e centro dell'orbita lunare
 - (a) Non esiste un centro dell'universo (Tesi 1)
 - (b) Il centro della Terra non è centro dell'universo (Tesi 2)
3. Quando la luna è dicotoma, mostra il suo grande cerchio che determina la parte scura e quella chiara
4. Dista allora dal Sole meno d'un quarto di circonferenza
 - (a) La distanza fra la Terra e il Sole è minima se paragonata alla distanza delle stelle (Tesi 4)
5. La larghezza dell'ombra è pari due lune
6. L'arco sotteso in cielo dalla Luna è la 15a parte di un segno

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)[Page 77 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Teone di Smirne, 59, 4

Prendeva alcuni vasi tutti uguali e, mentre ne lasciava uno vuoto, riempiva il secondo d'acqua fino alla metà; poi li percuoteva entrambi e otteneva il rapporto di ottava. Quindi, lasciando ancora vuoto uno dei vasi, riempiva l'altro per una quarta parte e poi ancora li percuoteva entrambi e otteneva l'accordo di quarta; l'accordo di quinta l'otteneva quando riempiva il vaso per la sua terza parte. Il rapporto tra il vuoto di un vaso e quello dell'altro era dunque di 2 a 1 nell'accordo di ottava, di 3 a 2 nell'accordo di quinta, di 4 a 3 nell'accordo di quarta.

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)

Page 79 of 83

[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Dimostreremo che i pesi che hanno tale posizione [piano orizzontale privo d'attrito] possono essere mossi da una forza minore di qualsiasi forza data.

Erone, *Mechanica*, I, 20

In queste condizioni [in assenza di attrito] qualsiasi mobile su un piano equidistante dall'orizzonte sarà mosso da una forza minima, anzi anche da una forza più piccola di qualsivoglia altra forza.

Galileo, *Ed. naz.*, I, 299

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)

Page 79 of 83

[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

La Luna è impedita dal cadere dal suo moto e dalla rapidità di rotazione come le pietre nelle fionde sono trattenute dal moto circolare. Perché ogni corpo continua nel suo moto secondo natura finché non è deviato. Il centro è il punto verso il quale i corpi pesanti da ogni parte spingono tendendovi e sono trasportati e si inclinano.

Plutarco, *De facie*, 923 C-D e E-F

La forza centripeta è la forza per effetto della quale i corpi sono attratti o spinti o comunque tendono verso un qualche punto come verso un centro.

Newton, *Principia*, V def.

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[Page 80 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Newton, *De Mundi systemate*, I

La teoria [eliocentrica] fu insegnata da Filolao, Aristarco, Platone e prima da Numa Pompilio...

Gli Egiziani furono i primi osservatori e probabilmente diffusero l'idea.

Fu da loro che si trasmise ai Greci tutta la filosofia più antica e più sana...

Segue

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[<<](#)[>>](#)[<](#)[>](#)[Page 81 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Newton, *Scolii classici*, f 11v

Come riferisce Macrobio [Pitagora] applicò ai cieli la proporzione trovata con questi esperimenti. . .

Confrontando quei pesi con i pesi dei pianeti e gli intervalli sonori con gli intervalli fra le sfere e la lunghezza delle corde con le distanze dei pianeti dal centro, intese con l'armonia celeste che i “pesi” dei pianeti rispetto al Sole erano inversamente proporzionali al quadrato delle distanze.

[Home Page](#)[Title Page](#)[Contents](#)[«](#)[»](#)[◀](#)[▶](#)[Page 82 of 83](#)[Go Back](#)[Full Screen](#)[Close](#)[Quit](#)

Vitruvio, *De Architectura*, IX, I, 12

Troviamo perciò piuttosto questa ragione: come il calore attira tutto a sé, sicché per questo vediamo alzarsi le messi, egualmente la potente forza del Sole attira i pianeti.



Home Page

Title Page

Contents



Page 83 of 83

Go Back

Full Screen

Close

Quit

Bibliografia essenziale

- **Lucio Russo**, *La rivoluzione dimenticata*
- **Lucio Russo**, *Flussi e riflussi*
- **Luciano Canfora**, *La biblioteca scomparsa*
- **Mauro Arpino**, *Le idee dell'astronomia* <http://www.nostromics.com>
- **O'Leavy De Lacy**, *How greek science passed to the Arabs* <http://www.astronomiainumbria.org>
- **Massimo Mogi Vicentini**, *Modelli di scienza* <http://www.mogi-vice.com/>
- **Autori greci e latini vari** ai seguenti indirizzi:
 - <http://penelope.uchicago.edu/Thayer/I/home.html>;
 - <http://www.hs-augsburg.de/~harsch/augustana.html>;
 - <http://www.thelatinlibrary.com/>;
 - <http://hodoi.fltr.ucl.ac.be/>;
 - <http://mercure.fltr.ucl.ac.be/Hodoi/concordances/intro.htm>;
 - <http://agoraclass.fltr.ucl.ac.be/concordances/recherche/chemin/>;
 - <http://www.astronomiainumbria.org/>;